



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA

DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL
DE PROJETOS AGROPECUÁRIOS

FRANCISCO FREDERICO SPARENBERG OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Departamento de Ecologia, da Universidade de Brasília como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

BRASÍLIA

1991



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA

DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL
DE PROJETOS AGROPECUÁRIOS

FRANCISCO FREDERICO SPARENBERG OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Departamento de Ecologia, da Universidade de Brasília como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

BRASÍLIA

1991

Trabalho realizado junto ao Departamento de Ecologia, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, sob orientação do Prof. Laércio Leonel Leite, com suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES

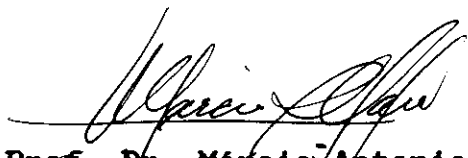
APROVADO POR


Prof. Dr. Laércio Leonel Leite

Prof. Orientador


Profa. Dra. Maria Novaes Pinto

Membro da Banca Examinadora


Prof. Dr. Márcio Antonio Neves

Membro da Banca Examinadora

DEDICO

A

Maria José, Fabiana

Tatiana e Mauricio

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Laércio Leonel Leite pela prestimosa orientação na confecção deste trabalho.

Ao CNPq e CAPES pelo apoio financeiro.

Ao PLANALSUCAR, Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar, pelo apoio e cedência para execução do trabalho.

Aos professores, colegas e funcionários do Departamento de Ecologia pelo ensinamento e convivência.

Ao amigo Francisco Mesquita do Amaral pela digitação do trabalho.

Ao amigo Nestor B. Lima pelo auxílio na confecção dos slides para apresentação do trabalho.

SUMARIO

Relação de Figuras, Quadros e Tabelas	
Resumo	
Summary	
1. Introdução	1
2. Procedimento metodológico	8
3. Avaliação de impacto ambiental	11
3.1. Conceituação básica	11
3.1.1. Impacto ambiental	11
3.1.2. Avaliação de impacto ambiental	13
3.2 Principais atividades envolvidas no processo de avaliação de impacto ambiental	15
3.3 Origem e utilização de avaliação de impacto ambiental	20
3.3.1. No mundo	20
3.3.2. No Brasil	25
3.4. Metodologias para avaliação de impacto ambiental	33
3.4.1. Overlays	36
3.4.2. Listas de checagem	39

3.4.3. Matrizes de interação	41
4. Diretrizes para avaliação de impacto ambiental de projetos agropecuários	44
4.1. Caracterização de projetos agropecuários	45
4.1.1. Identificação de projetos agropecuários	47
4.1.2. Classificação de projetos agropecuários	48
4.2. Identificação e qualificação de impactos ambientais através de matriz de interação	52
4.2.1. Estrutura da matriz	52
4.2.2. Funcionamento da matriz	53
4.2.3. Interações ações/fatores ambientais	55
4.3. Quantificação dos impactos ambientais através de indicadores	85
4.3.1. Erosão dos solos	86
4.3.2. Compactação dos solos	92
4.3.3. Salinização dos solos	96
4.3.4. Poluição dos solos	99
4.3.5. Interferência no ciclo hidrológico	102
5. Considerações finais	108
6. Literatura citada	117

RELAÇÃO DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

1) FIGURAS

FIGURA 1. Procedimentos metodológicos	10
FIGURA 2. Caracterização de um projeto agropecuário	46

2) QUADROS

Quadro 1. Atividades de avaliação de impacto ambiental e metodologias usuais para tais determinações	35
Quadro 2. Necessidade requerida de nutrientes (Kg/ha) pela cultura da cana-de-açúcar nas diversas idades (meses)	68
Quadro 3. Persistência total de diversos inseticidas no solo	79
Quadro 4. Resíduos de aldrin e dieldrin recuperados em quatro diferentes tipos de solos da Grã Bretanha, após 56 dias de tratamento com 10 ppm de aldrin.	80
Quadro 5. Efeitos de diferentes cultivos no rendimento (t/ha) de diversas culturas em Porto Rico.	84
Quadro 6. Influência da cobertura vegetal na perda de solo e tempo gasto para desgaste de uma camada de 15 cm	88
Quadro 7. Estágios diferentes de culturas diferentes e seus respectivos valores de C.	91
Quadro 8. Práticas conservacionistas e seus respectivos valores de P.	92

Quadro 9. Níveis de interceptação de água de chuva de diferentes espécies usadas em reflorestamento.	104
Quadro 10. Perda de nutrientes (Kg/ha) e água (mm) por lixiviação em diversas localidades com coberturas vegetais e precipitações diferentes.	106
Quadro 11. Influência da cobertura vegetal no "runoff" em três localidades do oeste africano.	107
Quadro 12. Perda de água (mm) e nutrientes (Kg), em solos da Colômbia, com diferentes cultivos	107

3) TABELAS

TABELA 1. Evolução da área plantada com a cultura da cana-de-açúcar no Brasil.	108
TABELA 2. Evolução e comparação do rendimento agrícola de cana-de-açúcar em 1970 e 1980.	109
TABELA 3. Evolução da área plantada pela exploração agrossilvopastoril entre 1970 e 1980.	110
TABELA 4. Comparação entre a expansão da fronteira agrícola entre 1970 e 1980.	111
TABELA 5. Alteração da área de vegetação natural da amazônia legal em 1975 e 1989 com respectivos %.	112
TABELA 6. Características referentes a alguns herbicidas.	113
TABELA 7. Evolução dos trabalhos de controle biológico no mundo.	114

RESUMO

Em função da expansão da fronteira agrícola, do potencial agropecuário do Brasil e visando introduzir a variável ambiental no planejamento da agricultura nacional foram determinadas diretrizes para avaliação de impacto ambiental de projetos agropecuários.

O trabalho possui uma revisão bibliográfica sobre avaliação de impacto ambiental no que refere a conceituação básica, atividades envolvidas no processo, aparecimento e uso dessa atividade além das metodologias existentes para tais determinações.

As diretrizes para avaliação de impacto ambiental de projetos agropecuários, inicia com a caracterização dos mesmos, identifica e qualifica os impactos através de uma matriz de interação com 65 ações e 42 fatores ambientais totalizando 2.730 possíveis interações.

Para quantificação dos impactos ambientais de um projeto agropecuário foram sugeridos indicadores que pudessem após valoração, comparar projetos diferentes. Esses indicadores são: erosão, compactação, salinização, poluição do solo e interferência no ciclo hidrológico.

SUMMARY

Due to the agricultural potential of Brazil, and the rapid expansion of the agricultural frontier, the inclusion of ecological variables into agricultural planning procedures through environmental impact assessment (EIA) is an important step in reducing land degradation. This thesis aims at presenting guidelines to assess ecological impacts of agricultural projects. It includes a bibliographic review of the basic concepts, methodologies and activities related to the conduction of EIA.

A matrix, comprising 65 actions and 42 environmental factors totalling 2730 possible interactions, is suggested for the identification of the ecological impacts of the agricultural projects.

Soil erosion, compaction, salinization and pollution as well as the effects on water quality and hydrological cycle are used for quantification of the ecological impacts caused by agriculture projects.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de inserir as condições ambientais em qualquer processo de decisão, seja ele de execução de uma obra ou de um projeto de desenvolvimento, se torna cada vez mais obrigatória nos dias atuais.

E proveniente dos recursos naturais, que hoje possuímos alimentos ou remédios, substâncias essas sempre extraídas da diversidade da flora e fauna terrestre, que após sofrerem melhoramento genético ganham mais produtividade dependendo de sua maior ou menor utilização.

O conhecimento desses recursos naturais se faz através de estudos das diversas áreas como botânica e zoologia, abrangendo as características físicas, químicas e biológicas dos seres vivos como também os aspectos ligados ao ambiente em

que vivem.

A ecologia, sendo o estudo da união entre os seres vivos e o ambiente, consegue criar mecanismos que propiciem um maior aproveitamento deste último sem detrimento das condições de sobrevivência do homem.

Porém, com o crescimento da população mundial, e o incremento cada vez maior da demanda de alimentos, onde Meadows et alli (1974) mostra a necessidade de 0,4 ha por pessoa para alimentá-la, o uso inadequado dos solos, com projetos agropecuários mal implementados, tem causado degradação dos mesmos pela perda da capacidade produtiva, através do esgotamento da fertilidade, das erosões, salinizações, alcalinizações, inundações e degradações químicas.

Esse processo, sendo contínuo, propicia o aparecimento de regiões semi-áridas ou até mesmo áridas.

A devastação de florestas tropicais representa a mais drástica destruição dos hábitos da biota terrestre. Bartelmus (1986) apresenta dados onde cerca de 1.000 espécies de pássaros e mamíferos e 10% das espécies da flora foram estimadas como ameaçadas com a extinção dessas florestas ou outros biomas .

Em 1970, surge com a aprovação pelo Congresso Americano, o National Environmental Policy Act (NEPA), cuja finalidade é a de assegurar que os aspectos ambientais sejam considerados no processo de tomada de decisão sobre a

implantação de projetos de desenvolvimento concomitantemente à viabilidade técnica e a tradicional análise custo/benefício econômico.

A Assembléia Geral das Nações Unidas, reunida em Estocolmo entre 5 e 16 de julho de 1972, atendendo à necessidade de estabelecer uma visão global e princípios comuns para preservação e melhoria do ambiente humano recomendou que:

- os recursos naturais da terra, incluindo o ar, a água, o solo, a flora e a fauna e especialmente parcelas representativas dos ecossistemas naturais devem ser preservados em benefício das gerações atuais e futuras, mediante um cuidadoso planejamento e administração adequada;

- deve ser mantida e, sempre que possível, restaurada e melhorada a capacidade da terra de produzir recursos renováveis vitais;

- os recursos não renováveis da terra devem ser utilizados de forma a evitar o perigo de seu esgotamento futuro e de assegurar que toda a humanidade participe dos benefícios de tal uso;

No Brasil, apesar da edição de códigos (Código de Águas, Código Florestal, Código de Minas) nos anos 30, visando o disciplinamento do uso dos recursos naturais, e da criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) pelo decreto 73.030 de 30 de outubro de 1973, a preocupação com questões ambientais se fez presente mais efetivamente com a elaboração da lei 6.938 de 31 de agosto de 1981, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente e criou o Conselho Nacional do Meio Ambiente

(CONAMA).

Deve-se, pois nos dias atuais ter responsabilidade pública e privada sobre todo tipo de projeto ou atividade, sejam eles industriais, civis, de turismo, urbano ou agropecuário, pois necessitamos ter informações reais e completas dos impactos que eles possam causar sobre o meio ambiente.

Por outro lado, como diz Cain (1967) não é recomendável criticar ações passadas, tendo como base os conhecimentos atuais, ainda que devamos ter ampla causa para regressar ao passado, porque é bastante dispendioso corrigir nossos erros. É prudente pois que haja um marco inicial para que esse conhecimento possa servir como orientação para futuros planejamentos, que a todo dia emergem em um país em desenvolvimento como o nosso.

Nos países desenvolvidos, onde já existe uma ocupação territorial bastante definida, a expansão da fronteira agrícola quase não existe.

Existe sim a preocupação sempre crescente com o aumento de produtividade e não com produção, aumento esse conseguido através do uso de tecnologias mais avançadas como é o caso do uso de irrigação, de maior quantidade de agroquímicos, etc.

Para esses países há necessidade de se determinar impactos ambientais dessas técnicas e não da expansão da fronteira agrícola.

Por outro lado, em países em desenvolvimento, como o Brasil, com grandes extensões territoriais inexploradas, há grande tendência de se ter preocupações sempre coincidentes com o mundo desenvolvido se esquecendo da ocupação pela expansão da fronteira agrícola, que tem sido quase sempre realizada de maneira desordenada, visando somente produção em detrimento da produtividade. Um exemplo bastante evidente é o caso da cultura da cana-de-açúcar, que possuía em 1985 aproximadamente 4.000.000 ha dos quais 60% foram plantados entre os anos 1972 e 1985, segundo relatórios do Programa Nacional de Melhoramento da cana-de-açúcar, TABELA 1, com o advento do Programa Nacional do Alcool (PROALCOOL), e nos dá a condição de maior produtor de cana-de-açúcar, açúcar e álcool do mundo, mas com rendimentos agroindustriais ainda bastante baixos em relação a outros países produtores conforme dados da FAO na TABELA 2.

A expansão da fronteira agrícola pode ser percebida pelos censos agropecuários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1970 e 1980, conforme TABELA 3, onde podemos verificar que naquela década houve um aumento de 75% da área plantada, ou seja, um incremento de 49.347.800 ha, passando de 65.374.300 ha, em 1970, para 114.733.100 ha em 1980. O aumento da área plantada se deu em três segmentos, ou seja 15.620.400 ha, representando 31%, no sistema agrícola, compreendendo culturas temporárias e permanentes; 30.869.900 ha representando 62% relativos à área ocupada com pastagens formadas e 3.357.500 ha representando somente 7% com reflorestamento.

Pela mesma TABELA 3 podemos verificar que o sistema agrícola cresceu no decênio 70/80 44%, enquanto no mesmo período a pecuária, através de pastagens formadas, cresceu 104%. Apesar de contribuir com um pequeno incremento em hectares, na expansão da fronteira agrícola, o reflorestamento nesse período teve um aumento da área plantada da ordem de 202%, o que nos mostra uma tendência de preservação do meio ambiente, mesmo que pequena.

Pela TABELA 4, comparando a expansão da fronteira agrícola (49.347.800 ha) com a área do território nacional (840.000.000 ha), chegamos à conclusão que a mesma em apenas 10 anos cresceu o equivalente a aproximadamente 6% da área do Brasil, a 10% da área da amazônia legal; a 456% da área existente com Parques Nacionais brasileiros; a 2.340% da área existente de Reservas Biológicas brasileiras e a 1.600% da área coberta com lagos de Usinas Hidroelétricas nacionais. Dados obtidos em 1974, publicados pelo Banco Mundial na Revista World Water (1988), mostram que para lagos de hidroelétricas com previsão de idade média para 100 anos, sua vida útil cai para 24 anos em função do assoreamento das mesmas. Esses assoreamentos são causados pelas erosões ocorridas em toda a bacia hidrográfica que compõe o sistema. Essas erosões, entretanto, nada mais são que impactos ambientais decorrentes das implantações tecnicamente erradas de projetos agropecuários nas áreas de drenagem dos rios, que alimentam os lagos dessas hidroelétricas.

Outro dado, bastante preocupante, com relação ao

meio ambiente é a devastação da área de florestas dos estados da amazônia legal, devastação esta feita para implantação de projetos agropecuários, como aconteceu mais intensamente nos estados de Rondônia que passou de 121.600 ha, em 1975, para 313.900 ha, em 1989, com um incremento de aproximadamente 160% e o Estado do Mato Grosso que teve sua área alterada de 978.100 ha, em 1975, para 6.145.000 ha, em 1989, o que mostra uma evolução de 530% aproximadamente, conforme dados da TABELA 5.

Todos esses dados contribuem, como alerta, para que haja um maior controle e acompanhamento não só do avanço da fronteira agrícola, como também do planejamento e execução de projetos agropecuários, de tal modo que se faça uma utilização mais eficiente e eficaz dessas terras, procurando minimizar os impactos ambientais que possam advir desses projetos, e se tenha um melhor aproveitamento e conseqüente tentativa de preservação, buscando quem sabe a perenização do uso desses solos.

Entretanto, quando vamos buscar subsídios para uma avaliação dos impactos provenientes de projetos agropecuários, deparamos com total desinteresse pelo assunto e com falta de diretrizes que auxiliem em tais determinações.

E, pois, com o intuito de contribuir com o planejamento, implantação e desenvolvimento corretos de um projeto agropecuário, levando em conta a variável meio ambiente, que nos propomos a desenvolver nesse trabalho diretrizes para avaliação dos impactos ambientais provenientes desses projetos.

2. PROCEDIMENTO METODOLOGICO.

Procurando atingir o objetivo de determinação de diretrizes para avaliação de impacto ambiental de projetos agropecuários foi executado o procedimento metodológico esquematizado na Figura 1.

A) Foi consultada bibliografia sobre avaliação de impacto ambiental, onde se procurou, conceituação básica sobre o assunto, as principais atividades envolvidas nesse processo, a origem e utilização dessas avaliações tanto a nível mundial como a nível nacional e uma descrição das metodologias existentes para tal determinação.

Convém ressaltar que a revisão bibliográfica, teve início em trabalhos desenvolvidos a partir de 1970, por ser uma data referencial ou seja a instituição do NEPA.

Esta consulta esteve sempre voltada no sentido de encontrar meios, exclusivos para projetos agropecuários, que pudessem auxiliar no objetivo proposto.

B) Foram determinadas diretrizes para avaliação de impacto ambiental de projetos agropecuários, caracterizando esses projetos através da definição das culturas a serem implantadas, associando-as às condições edafoclimáticas, de relevo, sócioeconômicas e fundiárias da área de sua abrangência, e classificando os mesmos tendo como critério, o uso atual do solo. Também foram identificados e qualificados os impactos ambientais através de uma matriz de interação, adaptada da matriz desenvolvida por Leopold. Por último foram determinados indicadores para quantificação dos impactos ambientais dos projetos agropecuários.

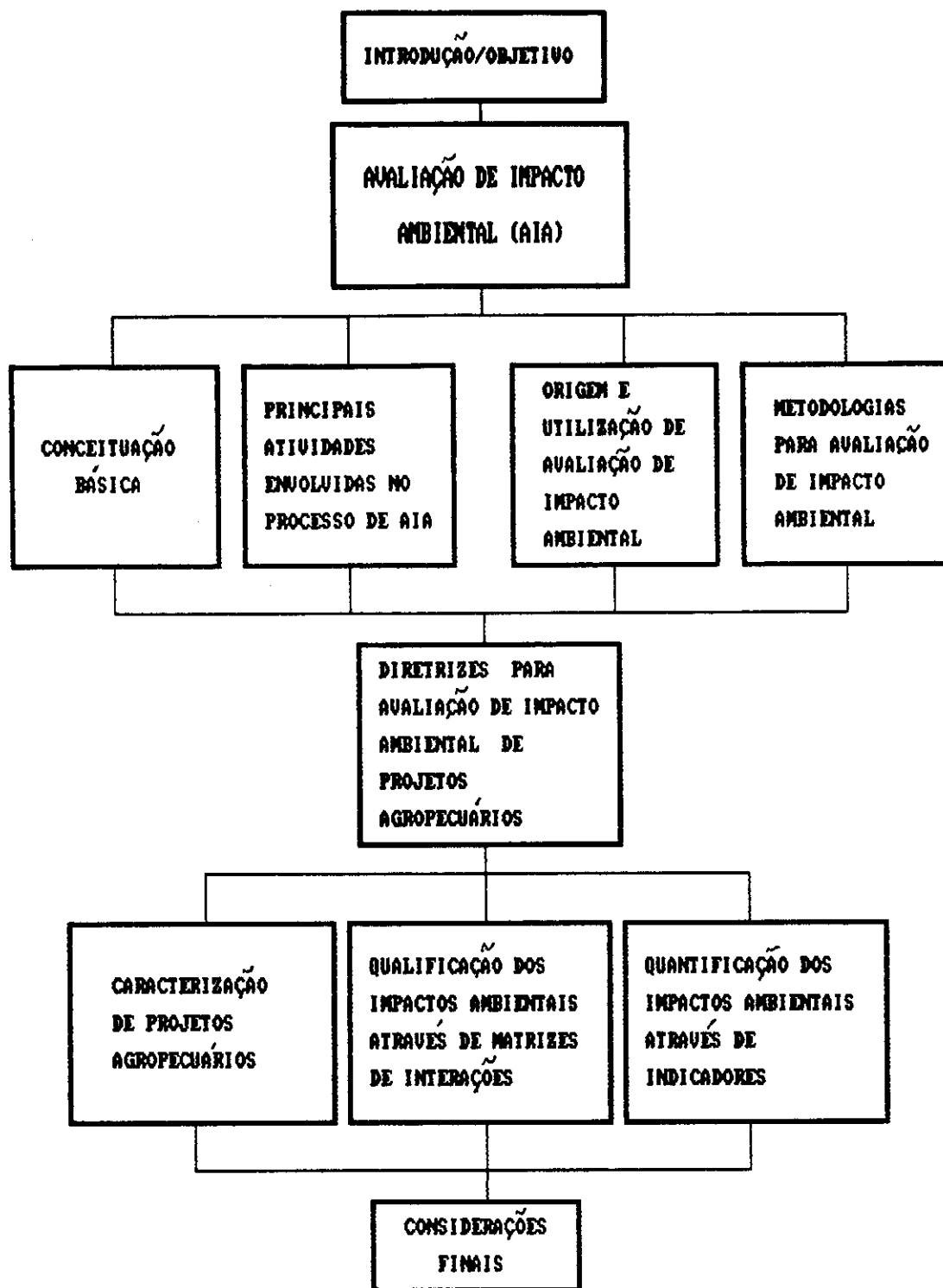


Figura 1 : Procedimento Metodológico

3. AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL (AIA)

3.1) Conceituação básica

Para que se possa entender e fazer uso da avaliação do impacto ambiental (AIA), é necessário que se tenha conhecimento de uma conceituação básica, que nesse caso, por ser um estudo relativamente novo e bastante complexo, faz com que haja grande diversidade de definições, tanto sobre impacto ambiental como da própria avaliação dos mesmos.

3.1.1) Impacto ambiental

Segundo Rao e Wooten (1980) é uma alteração das condições ambientais ou criação de novo conjunto de condições ambientais, adversas e benéficas, causadas ou induzidas pela ação ou conjunto de ações sobre consideração.

Segundo a Secretaria do Meio Ambiente -SEMA (1990) impacto ambiental é toda modificação, malefica ou benefica, das características físicas, químicas e biológicas, sociais e econômicas, resultante das atividades humanas sobre o sistema ambiental.

Bolea (1984) definiu impacto ambiental como a alteração produzida por uma ação ou atividade, seja ela favorável ou desfavorável, no meio ou em algum dos componentes do meio ambiente.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (1986) definiu impacto ambiental como a alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, resultante das atividades humanas que diretamente ou indiretamente afetam:

- I) a saúde, a seguridade e o bem estar da população
- II) as atividades sociais e econômicas
- III) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente
- IV) a qualidade dos recursos ambientais
- V) a biota.

No nosso entender, o impacto ambiental como é definido hoje só caracteriza modificações no ambiente, sejam elas benéficas ou malélicas, causadas unicamente pela interferência humana. Acreditamos que considerações devam existir com relação também a modificações ambientais, provocadas por interferência natural como: fogos espontâneos em florestas, enchentes, transferências de dunas de areia e aumento de áreas

desertificadas.

3.1.2) Avaliação do impacto ambiental

Munn (1975) definiu avaliação de impacto ambiental como uma atividade designada para identificar e prognosticar os impactos sobre o ambiente biogeofísico, a saúde humana e seu bem estar, de projetos de desenvolvimento, de proposições legislativas, políticas, programas e procedimentos operacionais e bem como para interpretar e comunicar informações sobre esses impactos.

Herr e Hagerty (1977) entendem como avaliação de impacto ambiental o estabelecimento de valores quantitativos para parâmetros selecionados, os quais indicam a qualidade da avaliação antes, durante e depois da ação.

A United Nations Environmental Programme - UNEP (1988) definiu avaliação de impacto ambiental como identificação, prognóstico e descrição, em termos apropriados, dos prós e contras de um desenvolvimento proposto.

Battele (1980) diz que avaliação de impacto ambiental é a avaliação dos efeitos ambientais relevantes e sociais resultantes do desenvolvimento de um projeto qualquer.

Bolea (1984) diz que avaliação de impacto ambiental são estudos realizados para identificar, prever e interpretar, assim como prevenir as consequências ou efeitos ambientais, que determinadas ações, planos, programas ou projetos possam causar

A saúde e ao bem estar do homem e ao seu ambiente biogeofísico.

A Secretaria Especial do Meio Ambiente -SEMA (1990) considera avaliação de impacto ambiental como um instrumento analítico do princípio causa/efeito nas relações existente entre o homem e a natureza, projetados no tempo e no espaço, pelo qual se pesam as modificações ambientais benéficas ou adversas oriundas da atividade humana.

Porter e Rossini (1980) conceituaram avaliação de impacto ambiental como o estudo de impactos futuros na sociedade, resultante da introdução ou modificações de um desenvolvimento particular.

Rao e Wooten (1980) definem que a avaliação de impacto ambiental é realizada para explorar e avaliar os impactos ambientais de todas ações alternativas razoáveis, dando ênfase àquelas que aumentam a força da qualidade ambiental ou impedem algum ou todo efeito ambiental adverso.

Como podemos perceber, avaliação de impacto ambiental (AIA), nos dias atuais, se torna um instrumento obrigatório no planejamento de qualquer ação ou projeto de desenvolvimento, uma vez que através deles se pode além de identificar, analisar e desenvolver, também redirecionar possíveis ações causadoras de impacto ambiental, prejudiciais ao homem.

3.2) Principais atividades envolvidas no processo de avaliação de impacto ambiental

Para que se inclua em planejamento a avaliação de impacto ambiental é necessário primeiro política e gestões governamentais que amparem legalmente o seu uso e, segundo Bolea (1984), isso exige que se cumpra quatro condições básicas:

- que seja um marco normativo, suficiente, que represente um respaldo legal e eficaz tanto para amparar como para reprimir a ação, se for necessário;

- que possua uma voluntariedade política de fazer cumprir a lei, não tolerando situações singulares e incorporando nessa tarefa os esforços da comunidade, cada uma tendo responsabilidade e necessária participação;

- que potencializem a colaboração da sociedade através de grupos sociais organizados, para que haja uma unidade de critérios e atuações entre elas e o governo. O trabalho de conscientização da sociedade e a educação ambiental são fundamentais e devem ser bastante impulsionados e incrementados, procurando atingir crianças nos primeiros estágios escolares;

- que estabeleça um conjunto de instrumentos e medidas para que a política ambiental seja integrada na política sócio-econômica de qualquer país e não careça de recursos necessários para desenvolvê-la;

Canter em 1977, em consonância com diversos autores, mostra que existem dez atividades para se determinar a implementação de um estudo da avaliação de impacto ambiental.

A seguir, passamos a descrever as dez etapas mais usadas para avaliação de impacto ambiental.

a) Descrição e documentação referente ao projeto.

Informações específicas são necessárias sobre o propósito do projeto, incluindo localização e planos futuros. Essas informações são funções do tipo de projeto. Deve ser dada maior relevância aos procedimentos do projeto que causem impactos no ambiente afetado.

b) Revisão e análise das informações institucionais

O processo de avaliação ambiental deve ser conduzido em respeito a legislação ambiental existente. Para tanto é necessário um estudo das leis específicas, regulamentações, procedimentos, ordens executivas e direcionamento pertinente, os quais dependem do tipo e localização do projeto proposto.

c) Identificação de possíveis impactos nas fases de implantação e operação provocados pelo tipo de projeto ou alternativas propostas.

Essa fase representa a atividade crítica no processo de avaliação de impacto ambiental, onde fatores causadores de impacto devem ser conhecidos para que se possa descrever o ambiente afetado e prever os possíveis impactos. Literatura genérica ou estudos específicos podem dar informações sobre antecipação ou previsão de impactos associados com outros

projetos em certas localizações.

d) Descrição do ambiente afetado

Essa atividade é calcada na descrição de componentes físicos, químicos, biológicos, culturais e sócio-econômicos da área de abrangência do projeto proposto. Quando as informações forem qualitativas, as mesmas devem vir acompanhadas de dados quantitativos desses fatores ambientais, referentes a outros projetos similares.

e) Previsão de impactos

Representa a fase crítica do processo de AIA com informações qualitativas, necessárias aos tipos de impactos e informações quantitativas necessárias à unidade de fatores importantes. Informações de técnicas e modelos de previsão, bem como suas diretrizes são também necessárias.

De uma maneira geral, podemos classificar os impactos ambientais em três tipos:

a) ambiental, propriamente dito, onde existe interferência nas condições ambientais como solo, água, ar, flora e fauna;

b) social - onde existe interferência no bem estar humano;

c) econômico - interferência nas alternativas que determinarão o custo/benefício do projeto em questão.

Cada um desses impactos pode possuir ou não as seguintes características segundo:

1) seus atributos, onde podemos medir sua magnitude através da grandeza de um efeito, medida essa de alteração no valor de um fator ou parâmetro ambiental e através da importância onde existe uma ponderação da fase de significância de um efeito em relação ao fator ambiental afetado e outros efeitos;

2) a natureza, onde pode ser positivo ou benéfico, quando o mesmo resulta de uma ação na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental ou negativo ou maléfico em que resulta em um dano à qualidade do ambiente;

3) sua ordem, onde o mesmo pode ser direto quando resulta de uma simples relação de causa-efeito, também chamado efeito primário ou indireto, quando representa uma reação secundária em relação à ação ou quando é parte de uma cadeia de reações;

4) a abrangência, podendo ser local onde a ação afeta apenas a área de instalação e suas imediações ou regional, onde o efeito se propaga além das imediações do projeto onde se dá a ação;

5) a visão temporal, onde pode ser imediato quando o efeito surge no instante em que se dá a ação e a médio ou longo prazo. Pode também ser temporário, quando o efeito permanece por um tempo determinado após a execução da ação, ou permanente quando uma vez executada a ação os efeitos não cessam de se manifestar;

f) Avaliação (interpretação dos impactos previstos)
Informações necessárias para interpretar impactos

previstos, incluem padrões e critérios apropriados, requerimentos regulatórios qualificadorios e subsídios que advém de projetos similares ao proposto. Outro fator que se leva em consideração nessa etapa é o julgamento profissional.

g) Identificação e avaliação das medidas mitigatórias

É a fase de identificação de algumas medidas, as quais podem ser usadas para reduzir os impactos indesejáveis ao projeto proposto. Informações genéricas sobre as medidas mitigatórias são necessárias, quando em conjunto com informações do tipo de projeto.

h) Seleção e alternativas propostas das avaliações das atividades feitas.

O conjunto da avaliação das alternativas e a seleção das ações propostas se constituem no elemento final do processo de avaliação de impacto ambiental. Metodologias usadas para "decision-making" representam a chave das alternativas originais para essa atividade. De acordo com a metodologia de decisão selecionada é necessário ter informações sobre o peso relativo da importância nos fatores de decisão. Informações adicionais para incorporação da participação pública na ação proposta necessitam ser relatadas.

i) Preparação do documento escrito.

Como penúltima fase, estão incluídas na mesma todos os procedimentos anteriores, sendo usado para tanto as

principais técnicas de escrita e procedimentos usuais na preparação de relatórios sobre projetos e publicações técnicas.

j) Monitoramento dos impactos ambientais.

A contribuição para o importante crescimento do monitoramento ambiental nas proximidades do projeto, durante a construção e operação resultantes do mesmo é necessária para se ter informações sobre o planejamento e condução da sistemática de monitoramento de programas ambientais.

3.3. Origem e utilização de avaliação de impacto ambiental

3.3.1) No mundo

Quando se faz a inclusão no processo de execução de um empreendimento ou projeto em desenvolvimento, das condições ambientais é necessário para tanto que se tenha um embasamento jurídico-administrativo. Esse embasamento, constituído de normas e leis, é entendido como procedimento que regula os estudos de impacto ambiental.

Por serem estudos relativamente recentes e complexos, a confecção das normas ou leis para a sua realização tem sido muito dinâmica. As variações existentes são condições pertinentes a cada país que as adapta, procurando sempre manter os mesmos princípios.

As avaliações de impacto ambiental aparecem primeiramente nos Estados Unidos da América, através da promulgação pelo Congresso Norte Americano do National

Environmental Policy Act (NEPA) em primeiro de janeiro de 1970, que é tido como marco inicial das considerações jurídico administrativas de tais estudos.

Mostrando o constante caráter dinâmico da legislação ambiental, essa lei foi regulamentada em 1973, sofrendo novamente revisão em 1978.

O principal objetivo dessa lei era e continua sendo o de assegurar que os problemas ambientais recebam a devida atenção de todos os níveis de planejamento e execução de projetos e ações, sejam eles, de caráter governamental ou privado.

Segundo Bolea (1984), a evolução do uso desses estudos aconteceram e se difundiram pelo mundo onde também em 1970 foi desenvolvido na Holanda, no México em 1971, em 1972 na Espanha, Japão e Rússia, em 1973 no Canadá e na França e em projetos da Comunidade Comum Européia (CCE) e em 1975 na Alemanha.

Em virtude da influência que a legislação americana sobre avaliação de impacto ambiental, exerceu no mundo, serão traçados alguns comentários sobre ela para que se entenda sua atualização, bem como os diversos procedimentos governamentais envolvidos.

O National Environmental Policy Act (NEPA) exige que os organismos governamentais federais americanos indiquem seus projetos, detalhamentos que possam identificá-los com

relação ao meio ambiente, até então esquecido de qualquer ação governamental.

E através do NEPA, que os departamentos e agências federais americanos procuram melhorar, coordenar e orientar os planos e programas de desenvolvimento com relação à redução dos efeitos ambientais de longo prazo, direito que a sociedade tem a um ambiente seguro e sadio, há uma utilização múltipla dos recursos naturais além da reciclagem de recursos renováveis, ou seja, uma constante proteção do patrimônio nacional americano.

Paralelamente à criação do NEPA, foi constituído o Council of Environmental Quality (CEQ), que tem como tarefas coordenar e assessorar a rede governamental com relação ao meio ambiente. Esse conselho é constituído de três membros nomeados diretamente pelo presidente americano e tem como funções básicas:

- Preparação de um informe anual sobre a qualidade ambiental, além da elaboração de um relatório sobre o estágio ambiental em que se encontra o país;

- Supervisionar e avaliar a informação concernente à situação atual e futura da qualidade ambiental;

- Revisar e valorizar os programas federais e as atividades relacionadas com a política do NEPA;

- Recomendar, assessorar e desenvolver para o Presidente, todo o tipo de política nacional para promover a melhoria da qualidade ambiental;

- Dirigir estudos e pesquisa dos sistemas ecológicos e qualidade ambiental.

Sendo o Council of Environment Quality um órgão consultor, era necessário um órgão executor e para tanto foi criado o Environmental Protection Agency (EPA).

Esse organismo é o responsável pela administração e execução de todos os programas federais de controle da contaminação ambiental e seu objetivo final é conseguir uma boa qualidade na redução da contaminação, através da conservação dos equilíbrios biológicos e utilização racional dos recursos.

O Environment Protection Agency (EPA) tem também a responsabilidade de revisar e aprovar as avaliações de impacto ambiental (AIA) que são apresentados a ela pelos organismos federais. Quando o julgamento do mesmo é negativo, do ponto de vista da saúde humana, do bem estar ou qualidade ambiental, o mesmo envia ao CEQ para sua revisão.

Quando o CEQ recebe as avaliações de impacto ambiental ele tem a responsabilidade administrativa e diretiva das AIA e emite as diretrizes para a preparação e revisão dessas avaliações.

No caso americano, as AIA são necessárias sempre que um projeto possua probabilidade de afetar significativamente a qualidade do meio ambiente, portanto é necessário que se cumpra três condições:

- ser um projeto governamental federal que necessite uma licença ou permissão, ainda que o mesmo seja subvencionado pelo próprio governo ou ainda por ele executado;

- ser de grande envergadura, ou seja, que tenha incidência significativa sobre o meio ambiente, não levando, portanto, em conta o seu tamanho, mas sim sua interferência ambiental;

- afetar significativamente o ambiente.

Geralmente a responsabilidade da execução de um estudo de avaliação de impacto ambiental é do proponente da ação. Quando existe mais de um proponente, o Conselho de Qualidade Ambiental (CEQ) traça diretrizes para uma cooperação entre eles e o informe de AIA deve ser realizado por uma empresa diretora, sendo a mesma necessariamente munida de dados e informações relativas à cada uma das empresas componentes da ação.

Entre as atividades ou projetos americanos que requerem avaliação de impacto ambiental podemos citar as propostas legislativas edificações federais (civis e militares), assistência financeira a outros níveis governamentais, edificações estaduais, que são hipotecas federais ou mecanismos semelhantes, projetos que requerem permissão especial do governo federal etc.

Nos Estados Unidos da América, bem como em outros países, existem normas que determinam quais devem ser as informações necessárias a uma Avaliação de Impacto Ambiental, as quais são descritas a seguir:

- Os objetivos, justificativas e realização de um projeto devem ser compatíveis com as políticas setoriais, planos

e programas governamentais;

- A descrição técnica da ação ou projeto proposto devem ser compreensíveis;

- A situação ambiental existente em torno do projeto e os recursos naturais abrangidos devem ser explicados;

- Descrição detalhada dos possíveis impactos a nível geral, incluindo impactos sobre o sistema ecológico de organizações sociais e comentários e esquemas de ordenação e desenvolvimento dos territórios;

- Descrição do efeito esperado das medidas mitigatórias previstas em relação aos impactos negativos, mencionando o grau de alteração esperado quando esses danos forem invisíveis;

- Descrição de um programa de acompanhamento e monitoramento do funcionamento do projeto em relação aos impactos detectados.

3.3.2) No Brasil

A preocupação com meio ambiente no Brasil, podemos dizer, tem seu início em 1938, quando através do Decreto-Lei No. 794, de 19 de novembro, foi aprovado o Código de Pesca, tentando proteger a piscicultura nacional.

Essa preocupação, entretanto, foi acentuada em 1965, quando em 15 de setembro, através da lei No. 477 se instituiu o novo Código Florestal, que no seu artigo primeiro diz que as florestas existentes no território nacional, bem como as diversas formas de vegetação reconhecidas de utilidade às

terras que revestem , são bens de interesse comum a todos habitantes do País.

Preservando vegetações, ao longo dos rios, em qualquer outro curso d'água, ao redor de lagos, lagoas ou reservatórios naturais ou artificiais, nas nascentes, nos topos dos morros, montanhas, montes e serras, nas encostas com declividade superior a 45^o, nas restingas e nas bordas de tabuleiros ou chapadas, a lei estava procurando benefícios que coincidem com os propostos por nossos projetos agropecuários, ou seja, o de atenuar a erosão das terras, fixar dunas, proteger sítios de valor científico ou histórico, asilando exemplares da fauna e da flora ameaçadas de extinção, mantendo o ambiente necessário à vida das populações silvícolas, assegurando condições de bem estar público através de proteção de mananciais aquíferos.

Em fevereiro de 1967, foram promulgados o Decreto-Lei No. 248, que instituiu a Política Nacional de Saneamento no Ministério do Interior e o Decreto-Lei No. 303, que cria o Conselho Nacional de Controle da Poluição Ambiental vinculado ao Ministério da Saúde. Esses dois decretos foram revogados pela Lei No. 538, que criou o Conselho Nacional de Saneamento, passando toda a responsabilidade para o Ministério do Interior.

Em 1973, sob a influência da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada em 1972 em Estocolmo, foi sugerida a criação de uma Secretaria de Estado que atuasse no campo da preservação do meio ambiente.

Somente em 30 de outubro de 1973, através do Decreto 73030, se cria no âmbito do Ministério do Interior a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, cuja competência é:

- acompanhar as transformações do ambiente através de técnicas de aferição direta e sensoriamento remoto, identificando as ocorrências adversas e atuando no sentido de sua correção;

- assessorar órgãos e entidades incumbidas da conservação do meio ambiente, tendo em vista o uso racional dos recursos naturais;

- promover a elaboração e o estabelecimento de normas e padrões relativos à preservação do meio ambiente, em especial dos recursos hídricos que assegurem o bem estar das populações e o seu desenvolvimento econômico e social;

- realizar diretamente ou colaborar com os órgãos especializados no controle e fiscalização das normas e padrões estabelecidos;

- atuar junto aos agentes financeiros para a concessão de financiamentos à entidades públicas ou privadas com vistas à recuperação dos recursos naturais afetados por processos poluidores ou predatórios;

- cooperar com os órgãos especializados na preservação de espécies animais e vegetais ameaçadas de extinção e manutenção de estoques de material genético;

- manter atualizada a relação de agentes poluidores e substâncias nocivas, no que se refere aos interesses do País;

- promover intensamente, através de programas em escala nacional o esclarecimento e a educação do povo brasileiro

para o uso adequado dos recursos naturais, tendo em vista a conservação do meio ambiente.

Sem ainda com o nome de avaliação de impacto ambiental, é feito o Decreto No. 1413 de 14 de agosto de 1975, que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente, provocado por atividades industriais, obrigando a promover as medidas necessárias a prevenir ou corrigir os inconvenientes e prejuízos da poluição e contaminação.

Em 1981, através do Decreto 85.698 de 4 de fevereiro, em função do incremento da Produção de Alcool a partir da cultura da cana-de-açúcar, se encontra a legislação estabelecendo critérios para instalação e funcionamento de unidades industriais produtoras em função dos resíduos provenientes de águas residuais e de lavagem da cana, bem como da não existência ainda de uma utilização racional do vinhoto proveniente do processo de destilação. Convém ressaltar que, através de dados da TABELA 1, já possuíamos nessa época aproximadamente 3.000.000 ha com a cultura da cana-de-açúcar, o dobro do início do PROALCOOL e somente se fazia menção à parte industrial e não à parte agrícola.

Em 31 de agosto de 1981, pela Lei No. 6.938, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação, cria-se o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que tem como finalidade primeira assessorar o Presidente da República na formulação das diretrizes da Política Nacional, baixando normas para implementação da mesma.

Na Lei No. 6.938 é que encontramos pela primeira vez, em seu artigo 9º, referência à avaliação de impacto ambiental como instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente. No seu artigo 10º, diz que a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos ou atividades, utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras, bem como as capazes sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento, do órgão competente integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), sem prejuízo de outras licenças exigidas.

O CONAMA em sua resolução No. 001 de 23 de janeiro de 1986 considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais baixa normas para uso e implementação da avaliação de impacto ambiental (AIA), bem como dos respectivos Relatórios de Impacto sobre o Meio Ambiente (RIMA).

Essa resolução traça condições mínimas para tais estudos, ficando os estados ou outros organismos livres para que determinem condições outras que não aquelas, as quais passamos a descrever:

- estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento;
- ferrovias e aeroportos;
- portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos;
- oleodutos, gasodutos, minerodutos, tranças

coletoras e emissários de esgoto sanitário;

- linhas de transmissão de energia elétrica acima de 230 kw;

- obras hidráulicas, para exploração de recursos hídricos, tais como barragem para fins hidroelétricos, acima de 100 MW, de saneamento, de irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embarcadouros e transposição de bacias ou diques;

- extração de combustíveis fósseis (petróleo, xisto e carvão);

- aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos;

- usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 100 MW;

- complexos e unidades industriais e agroindustriais (petroquímica, siderúrgica, cloroquímica, destilarias de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hídricos);

- distritos industriais e zonas estritamente industriais (ZEI);

- exploração econômica de madeira ou lenha em áreas, acima de 100 ha ou menores quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental;

- projetos urbanísticos, acima de 100 ha ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da SEMA e ou órgãos municipais e estaduais competentes;

- qualquer atividade que utilize carvão vegetal em

quantidade superior a 10 toneladas por dia.

E evidente que se tivéssemos projetos, mesmo que não preenchessem as exigências acima, ou seja pequenas ou irrelevantes do ponto de vista físico, mas que fossem desenvolvidos em regiões que necessitassem uma maior proteção, eles deveriam ser precedidos de estudos de Avaliação de Impacto Ambiental visando assegurar assim as condições necessárias ao bem estar e desenvolvimento humano.

Através da resolução CONAMA 011 de 18 de março de 1986, alterando o inciso XVI e acrescentando o inciso XVII ao artigo 2o. da resolução 001/86 é que se insere a necessidade de estudo de Avaliação de Impacto Ambiental para Projetos Agropecuários.

A referida resolução exige como mínimo o Relatório de Impacto Ambiental para projetos agropecuários que contemplem áreas acima de 1.000 ha ou menores, nesse caso quando se tratar de áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental, inclusive em áreas de proteção ambiental.

Como podemos perceber, nessa legislação mais abrangente, os projetos agropecuários somente foram abordados especificamente em relação às Destilarias de Alcool, no que tange principalmente a sua parte de resíduos industriais, projetos de exploração de madeira acima de 100 ha e projetos com áreas acima de 1.000 ha. E para nós uma forma muito acanhada de

tratamento dessas atividades, se recordarmos da magnitude da expansão da fronteira agrícola descrita no período entre 1970 e 1980 no País.

Devemos também atentar que quanto menor o projeto agrícola maior a sua deficiência em tecnificação ou ainda pelo uso de técnicas não recomendadas ou ineficientes, como também o uso abusivo de quantidades não adequadas de agroquímicos, causando assim maiores impactos do que projetos maiores que se supõem sejam tecnicamente melhor estruturados.

Convém ressaltar ainda que os recentes projetos de colonização do Brasil, quase sempre desenvolvidos em áreas novas, sem interferência humana, portanto supostamente em equilíbrio ecológico, possuem áreas de até 300 ha e que trazem técnicas de regiões edafoclimáticas diferentes, também necessitam de acompanhamento técnico para que produzam o menor impacto ambiental possível.

A necessidade de inserir a preservação do meio ambiente no Brasil atinge seu ápice com a inclusão do CAPÍTULO IV na Constituição Brasileira, promulgada em 1989, onde no seu artigo 225 diz que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem do uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Diz ainda que incumbe também ao Poder Público exigir na forma da lei, para instalação de uma obra ou atividade potencialmente causadora de significativa

degradação do meio ambiente, estudos prévios de impacto ambiental a que se dará publicidade.

3.4) Metodologia para avaliação de impacto ambiental

As avaliações de impacto ambiental são estudos multidisciplinares, muito complexos, em razão da grande diversidade dos impactos causados pela interferência humana, nos diversos sistemas sejam eles físicos, biológicos ou sócio econômicos.

Esses estudos requerem um grande número de dados, e é necessário que se faça uma minuciosa coleta e manipulação dos mesmos, para que se possa comunicar com clareza os resultados, aos diversos segmentos da sociedade, mesmo aqueles leigos em ciências ambientais.

Com o aparecimento das avaliações de impacto ambiental, diversos métodos foram desenvolvidos, os quais vêm sofrendo aperfeiçoamentos ou adaptações diante das novas situações encontradas em todos os países que vêm usando ou desenvolvendo tais estudos.

De acordo com Clark (1980), nos três primeiros anos de vigência do NEPA, poucos trabalhos foram realizados para o desenvolvimento ou aprimoramento de estudos de avaliação de impacto ambiental. Os métodos mais usados nos E.U.A., todos eles publicados em 1971, foram a matriz de Leopoldo, o "network" de Sorensen e o método quantitativo do Instituto de Ecologia da Universidade da Georgia.

Para se ter idéia da rápida e diversa maneira de desenvolvimento dos métodos usados em avaliação de impacto ambiental, encontramos em 1974 Warner & Preston classificando-os em três categorias: "overlays", "networks" e matrizes de interação. Nesse mesmo ano Warner & Bromley classificaram-nos em cinco categorias: "AD HOC", técnicas gráficas mediante mapas e "overlays", "check-lists", matrizes de interação e diagramas.

Em 1977 Herr & Hagerty classificaram as metodologias em seis grupos que são: custo/benefício, técnicas gráficas, métodos numéricos, matrizes causa/efeito, "check lists" e sistemas quantitativos.

Como podemos perceber, os vários métodos desenvolvidos em 1971, geralmente são ou por adaptação ou análise de algum dos seus atributos, facilmente encaixados em uma das três categorias ou seja "overlays", matrizes e "networks".

Em estudos de avaliação de impacto ambiental nos deparamos com a necessidade de atender às atividades desenvolvidas nesse estudo ou seja identificação dos impactos, descrição do ambiente afetado, previsão e avaliação dos impactos e seleção das ações propostas.

Canter em 1977, mostra no quadro 1 a associação da aplicação das principais metodologias (overlays, networks e matrizes) e essas atividades de AIA.

Quadro 1. - Atividades de Avaliação de Impacto Ambiental e metodologias usuais para tais determinações.

Atividades de AIA	Metodologias usuais
identificação dos impactos	matrizes networks
descrição do ambiente afetado	matrizes networks check lists
Previsão e Avaliação dos Impactos	check lists
Seleção das Ações Propostas	matrizes check lists

Segundo Bisset (1985) devemos saber diferenciar métodos e técnicas de avaliação de impacto ambiental, pois para ele técnicas são definidas como procedimentos padronizados para descrição e ou medição de atributos do meio ambiente ou para medição e ou previsão de trocas desses atributos quando se introduz fatores externos, enquanto que métodos referem-se aos procedimentos de classificação, organização e comunicação dos resultados dessa avaliação.

Segundo o mesmo autor, também em avaliação de impacto ambiental devemos ter atenção para os termos utilizados, ou seja, efeito e impacto, usados normalmente como sinônimos e que na realidade não são. Por exemplo, com a construção de uma termelétrica, alimentada por carvão, podemos provocar o aumento

de SO_2 . A mudança nos níveis de concentração de SO_2 é o efeito. As consequências dessa mudança sobre a saúde humana, a agricultura ou sobre animais e plantas raras são os impactos.

Baseado em Clark (1980) os métodos mais usuais de avaliação de impacto ambiental podem ser agrupados nas diversas categorias "AD HOC", "check lists", matrizes, "overlays", redes, índices e modelos.

A seguir, vamos fazer uma breve discussão apenas de "check-lists", matrizes e "overlays" por serem mais empregados, enfocando nesses casos os princípios envolvidos, vantagens e desvantagens de cada uma.

3.4.1) "Overlays"

Esse método foi usado inicialmente para estabelecimento de atividades de planejamento. Foi usado pela primeira vez para determinação de impacto ambiental na seleção de ambientes para construção de auto estradas, como descreve Mahawg (1968), segundo Bisset (1985).

O conceito "overlay" considera basicamente os sistemas ambientais, a fim de que sejam exibidas limitações e oportunidades relativas ao desenvolvimento dos projetos.

Para estabelecer as características de uma área é necessário mapeá-la, individualmente, detalhando-a fisiográfica, ambiental e socialmente para que se possa interpretá-la em relação a limitações e oportunidades.

Os procedimentos dos "overlays" compreendem:

- definição da base cartografica e construção de uma transparência mostrando a localização do empreendimento e da área de influência do mesmo;

- mapeamento das características ambientais previamente definidas, que deverão ser afetadas pelo empreendimento.

Como cada fator ambiental é mapeado nesse método, também se procura definir o grau, a intensidade e a importância do impacto que, nesse caso, é representado por um sistema de sombreamento a partir de um código específico de cores, variando entre o branco e preto.

Como exemplo, se tivéssemos sobre um solo com grande declividade, o problema de erosão é considerado sério, e uma coloração referente a esse nível será atribuído a esta categoria e mapeada em folha específica.

Se no mesmo local, existe problema de compactação do solo, será feito novo mapeamento procurando atribuir também uma coloração correspondente e novamente esta característica é mapeada separadamente.

A representação agregada desses dois impactos é obtida pela sobreposição dos mapas construídos a partir das características mapeadas.

Inicialmente, esse método foi usado manualmente, apresentando como restrição o número de impactos considerados,

limitando em torno de doze os mapas possíveis de serem sobrepostos. Outra restrição do uso normal do método é a atribuição da mesma importância aos fatores considerados.

Com o advento do computador, essas restrições foram relegadas ao segundo plano uma vez que não existe limitação do número de mapas e pode-se programá-lo para atribuir pesos diferentes aos fatores ambientais analisados.

O grande uso dos "overlays", segundo Bisset (1985) é na avaliação de impactos ambientais de projetos de desenvolvimento lineares, tais como auto estradas, linhas de transmissão de eletricidade, oleodutos, gasodutos etc.

As vantagens apresentadas por esse método são:

- é relativamente simples;
- os resultados provenientes são facilmente compreensíveis;
- é excelente para mostrar a dimensão espacial dos impactos provenientes do empreendimento, pois permite relacioná-los individualmente ou agregando-os, sejam eles impactos benéficos ou maléficos.

As desvantagens apresentadas pelo método são:

- problemas relacionados com a visão artificial dos limites e com a homogeneidade dentro de uma unidade mapeada. Definições claras, delimitadas pelas unidades mapeadas geralmente não correspondem à situação real. As transições entre tipo de solos e vegetação raramente são abruptas. A homogeneidade representada por uma unidade não é comum no mundo real. Devido

a concentração de dados nos mapas, podemos perder uma quantidade razoável de informações detalhadas sobre a área estudada;

- dificuldades em considerar outras características dos impactos identificados, como a sua reversibilidade e o seu caráter temporário.

Em projetos agropecuários, esse método facilita o planejamento, além de auxiliar previamente na obtenção dos impactos ambientais, usando diversas opções ou mesmo diferentes técnicas de cultivo.

3.4.2) Listas de checagem (Check lists)

Essa metodologia, também conhecida como listas de referência, procura identificar e listar todas as áreas possíveis de impacto.

Essa técnica possui uma grande variação no que se relaciona à tipo e complexidade e está entre os primeiros métodos para realização de avaliação de impacto ambiental e, desde o início dos anos 70, tem figurado constantemente nesses estudos.

Há nessa técnica a confecção de uma lista de fatores ambientais que devem ser considerados sistematicamente em relação ao desenvolvimento proposto para que sejam determinados previamente se são ou não passíveis de mudança.

A estrutura da lista é importante para determinar a

utilidade desse método. Uma simples relação dos fatores ambientais afetados não leva necessariamente à percepção de que o impacto é primário ou o mesmo afeta outro fator ambiental, tornando-se um agente causador de impactos secundários relevantes.

A principal função dos "check lists" é a ajuda na identificação estruturada dos impactos e sua final sistematização na pauta de segurança da não caracterização ambiental.

Existem variações na listagem básica onde além de identificar a ocorrência do impacto atribui-se importância ao mesmo, conforme exemplo de estudos dos impactos da construção de uma auto estrada feita por Adkins & Burke citados por Bisset (1985).

É muito difícil traçar comentários sobre os "check lists", em virtude da sua grande variabilidade e as diferentes possibilidades de auxiliar na implementação das atividades envolvidas em avaliação de impacto ambiental.

Com relação às vantagens desse método, podemos dizer que advém da sua grande diversidade, servindo para qualquer tipo de avaliação, bem como para apresentar informações sobre características ambientais dos impactos.

Como desvantagens temos:

- as listas simples consideram apenas os itens listados, enquanto que as listas complexas e sofisticadas

geralmente só podem ser compreendidas por especialistas;

- apresenta somente informações sobre os componentes ambientais, enquanto sabemos que os impactos são a resultante da interação entre ações de desenvolvimento e esses mesmos componentes.

Em projetos agropecuários é bastante interessante o uso dessa técnica, pois podemos ter condições de ver clara e antecipadamente as ações que serão desenvolvidas podendo, inclusive, escolher opções dentro dessas mesmas ações que, apesar de atingir o mesmo objetivo, conseguem minimizar os impactos.

3.4.3) Matrizes de interação

Dos métodos usados em avaliação de impacto ambiental, a matriz de interação é provavelmente a mais conhecida e também a mais utilizada.

Ela foi proposta inicialmente por Leopold (1971), para o Serviço de Levantamento Geológico dos Estados Unidos da América, mas em função da sua grande versatilidade pode ser usada em uma gama imensa de tipos de projetos de desenvolvimento.

Basicamente, uma matriz possui duas dimensões, sendo que uma é constituída de uma lista de fatores ambientais, sociais e econômicos prováveis de serem afetados pela instalação do empreendimento e a segunda consiste em uma lista das ações associadas a essa mesma instalação.

Essas duas dimensões possibilitam fazer cruzamentos tornando bastante visível a influência ou interferência das ações sobre os componentes bióticos e abióticos dos ambientes a serem afetados.

Para se ter idéia do funcionamento de uma matriz completa, a de Leopold compreende 100 ações e 88 componentes ambientais, fornecendo 8.800 possíveis combinações. Os impactos potenciais são identificados por uma verificação sistemática do efeito de cada ação sobre os fatores ambientais da área proposta para instalação do empreendimento.

Em cada interação coloca-se uma diagonal onde de um lado se exprime, através de sinais + e -, se o impacto é positivo ou negativo. Em seguida, na outra parte se procura dar representatividade ao binômio importância/magnitude utilizando-se uma escala numérica. Quanto maior o score maior a importância/magnitude do projeto.

As matrizes de interação possuem características que permitem seu uso, tanto nas fase de seu planejamento, como também na fase de monitoramento.

Como instrumento auxiliar ao planejamento, podemos identificar previamente e comparar as possíveis ações de desenvolvimento de um projeto elegendo as menos impactantes. Podemos também simular situações que permitam direcionar as ações a fim de que ocorra menor impacto ambiental.

No caso de monitoramento de projetos, podemos usar

a matriz de interação, seguindo o caminho inverso ao anterior onde partindo do impacto, procurar qual a ação causadora tentando adequá-la ou substituí-la, transformando-a em ação mitigatória.

A desvantagem de uma matriz de interação simples é a dificuldade encontrada em incorporar a dimensão temporal aos impactos. Matrizes distintas têm que ser construídas para análise dos impactos em diferentes períodos de tempo.

Outra inconveniência desse tipo de matriz é a impossibilidade na identificação de impactos secundários e terciários.

Os métodos descritos são bastante populares e permitem estruturar estudos de Avaliação de Impacto Ambiental de forma simples e de fácil compreensão do público em geral.

E interessante salientar que nenhum método é eficiente na implementação de todas as atividades envolvidas em avaliação de impacto ambiental. A combinação deles é muitas vezes desejável, uma vez que um cobre as deficiências do outro..

Devemos ter sempre em mente que existe a necessidade de se fazer adaptações de todos eles para se realizar estudos de AIA, em função da grande variedade de particularidades referentes a cada estudo.

4. DIRETRIZES PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE PROJETO AGROPECUARIO.

Em qualquer atividade econômica, o desenvolvimento de um projeto passa por três fases ou seja, planejamento, implantação e monitoramento.

Tradicionalmente maior ênfase é dada a relação custo/benefício econômico que um projeto possa produzir. Existe na visão moderna de desenvolvimento, de qualquer projeto, a necessidade premente de se fazer a avaliação dos impactos ambientais produzidos pelas ações desse desenvolvimento para que se tenha além do custo/benefício econômico, também o custo/benefício ambiental.

E através das etapas de planejamento, que se identifica não só os projetos, como também as ações que serão

necessárias para sua realização.

Essas ações sempre causam impactos ambientais sendo portanto necessário o conhecimento das mesmas, de tal modo que exista condição, ou de adaptá-las ou de abrandá-las, em função de procedimentos mitigatórios.

Quando existem projetos em andamento, onde se conhece os impactos ambientais produzidos, também se pode, com o uso de técnicas ou procedimentos, minimizá-los com adaptação ou troca de algumas ações, tentando assim corrigir possíveis erros de rumo do planejamento inicial.

É necessário, pois, ter sempre uma ligação muito forte entre as fases de desenvolvimento de um projeto (planejamento, implantação e monitoramento) e o processo de avaliação de impacto ambiental (AIA).

Para determinação da avaliação de impacto ambiental de projetos agropecuários é necessário que se caracterize o projeto, que se identifique e qualifique os impactos ambientais, através das interações entre as ações e os fatores ambientais (matrizes de interação) e que se quantifique o seu impacto ambiental através de indicadores.

4.1.) Caracterização de um projeto agropecuário

A caracterização de um projeto agropecuário se faz através da identificação e da classificação dos mesmos (FIG.2).

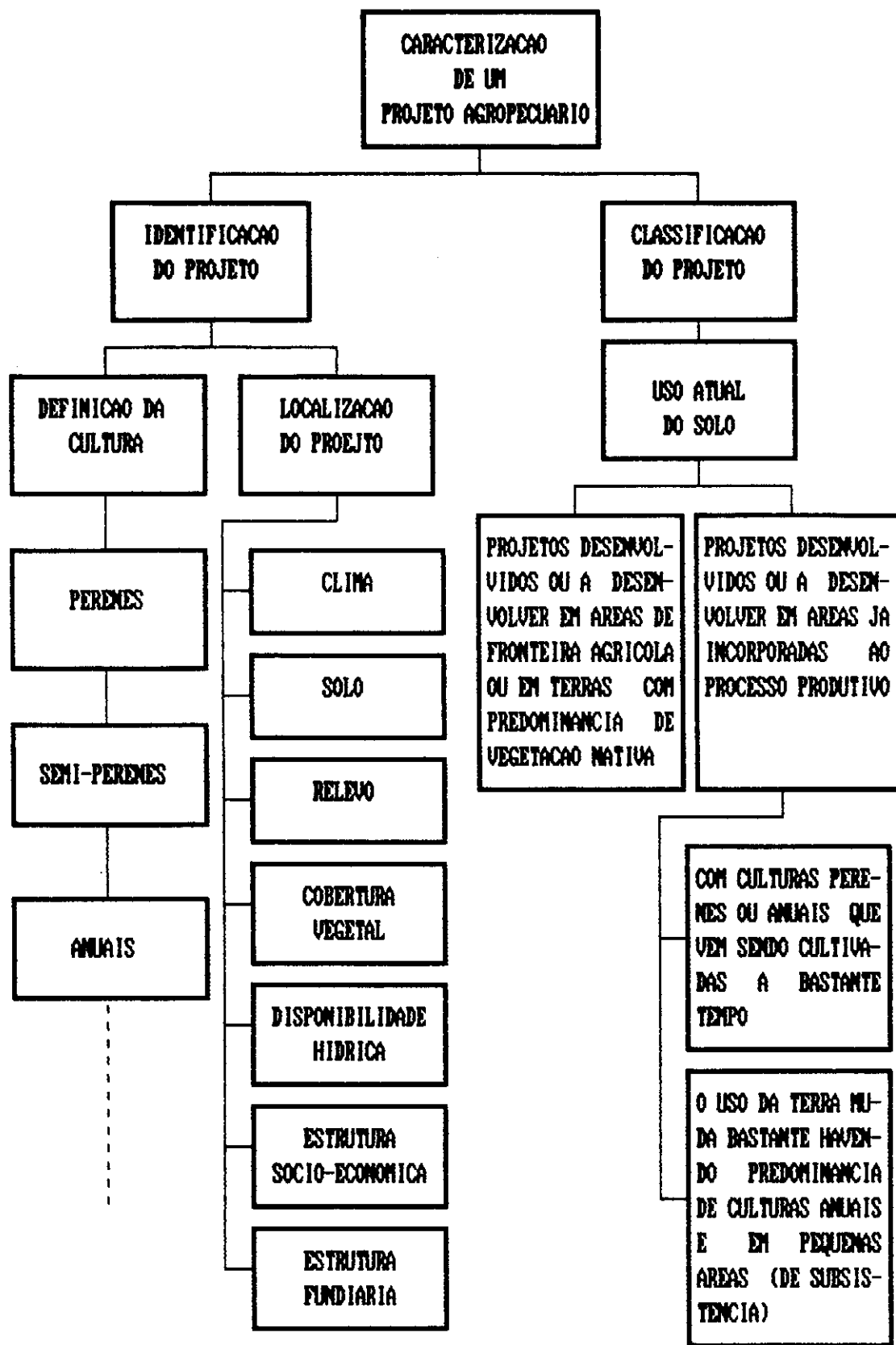


Figura 2 : Caracterização de um projeto agropecuário

4.1.1) Identificação de um projeto agropecuário

Para se identificar um projeto agropecuário é necessário primeiro definir a cultura ou seja se a mesma é perene, semiperene ou anual de modo que através desse conhecimento se possa saber as necessidades climáticas, edáficas e hídricas da mesma.

A outra maneira de se identificar um projeto agropecuário é através da determinação da localização do mesmo que se faz definindo as características de clima, de solo, de relevo, qual a cobertura vegetal existente, a disponibilidade hídrica, a estrutura sócio-econômica e a estrutura fundiária existente na região na qual será implantado o projeto.

A caracterização de um projeto agropecuário é muito importante do ponto de vista ambiental, pois, através da identificação e da localização se pode prever se agronomicamente existe viabilidade técnica do empreendimento.

Em países como o Brasil, com dimensões territoriais continentais, e com condições edafoclimáticas e sócio-econômicas bem diferentes, a implantação de uma cultura em zonas não tradicionais de cultivo, quase sempre acarreta situações adversas que podem levar o projeto à total fracasso.

Como exemplo podemos citar a expansão da lavoura canavieira nos anos 80, na região Centro Oeste do Brasil em função do PROGRAMA NACIONAL DO ALCOOL (PROALCOOL), cuja cultura

encontrou, usando tecnologias de cultivo das regiões tradicionais, condições bastante adversas, de clima principalmente, que levaram projetos inteiros à inviabilidade como mostram os dados onde das 19 destilarias autônomas aprovadas, 6 não estão funcionando, e as outras 13 deveriam produzir $474.000 \frac{m^3}{\text{safra}}$ e produziram somente $268.338 \frac{m^3}{\text{na safra 90/91}}$, ficando a região com uma capacidade ociosa de 40% em relação à capacidade instalada.

4.1.2.) Classificação de um projeto agropecuário.

A classificação de projetos agropecuários é feita tendo como parâmetro o uso atual do solo em que irão se desenvolver, os quais podem ser:

A) Projetos desenvolvidos ou a desenvolver em áreas de fronteira agrícola ou em terras com predominância de vegetação nativa;

B) Projetos desenvolvidos ou a desenvolver em áreas já incorporadas ao sistema produtivo.

No primeiro caso, onde existe o desenvolvimento de projetos agropecuários, com expansão da fronteira agrícola, a mesma deve sempre suceder a um estudo bastante aprofundado das razões que levaram a sua implantação. Através do conhecimento do esgotamento técnico, do potencial produtivo de qualquer cultivo, nas zonas tradicionais, deve haver um direcionamento para que ações mitigatórias sejam desenvolvidas, evitando não incorrer nas possíveis ações anteriores, ações essas causadoras de impacto ambiental.

Alves (1986) mostra que caso a renda per capita disponível cresça 5% ao ano, a demanda de alimentos aumentará 5% sendo 2% consequência da evolução da população e o restante (3%) influência da própria renda per capita e das exportações. Essas estimativas indicam que a oferta expandir-se-á através do crescimento da produtividade, da ordem de 4% e pela adição da área de cultivo em torno de 1% ao ano. Esse crescimento, benéfico do ponto de vista ambiental, se preocupa mais com produtividade do que com produção e exigirá uma política de investimentos correta, estabilidade de preços, investimentos em pesquisa e liberação crescente de mercados pois enquanto estiver havendo transferência de recursos do campo, para a industrialização urbana, o resultado não permitirá que o país alcance a marca de uma tonelada de grãos/habitante/ano conforme produção dos países com agricultura desenvolvida.

Em regiões com predominância de vegetação nativa, o que ocorre também nas fronteiras agrícolas, as mesmas constituem, quase sempre, mananciais da fauna, preservando inimigos naturais ou mesmo sendo refúgios para certas espécies; e da flora através da preservação de espécies que ainda precisam ser estudadas e pesquisadas.

Nesses tipos de projetos, os planejamentos com preocupação ambiental podem sugerir caminhos diferentes do que a implantação de um projeto agropecuário. Nesse caso, poderia haver uma recomendação através das regulamentações governamentais, para tornar essas áreas objetos de estudo ou mesmo de preservação total, como também se chegar à conclusão

de usá-las como reservas extrativistas.

No segundo caso, ou seja, aquele de projetos desenvolvidos ou a desenvolver em áreas já incorporadas ao sistema produtivo, é necessário subdividi-los, de modo que se leve em conta:

- Projetos com qualquer tipo de cultura, seja ela, perene, semiperene ou anual, mas que possuam bastante tempo de cultivo, de modo que, se tenha verificado o estabelecimento de um novo equilíbrio ecológico.

São incorporados nessa categoria, zonas brasileiras tradicionais de cultivo como o da uva no Rio Grande do Sul, cultura canavieira na Região de Ribeirão Preto no Estado de São Paulo ou a zona de rotação soja/trigo no noroeste do Estado do Paraná.

- Projetos onde há uma constante mudança no uso da terra, com predominância de culturas de subsistência.

Haverá nesse caso uma quebra constante do equilíbrio ecológico, sendo que as alterações ambientais são provenientes da implantação de uma agricultura de subsistência, sem o acompanhamento ou assistência técnica que permitam um melhor desenvolvimento e conseqüente aproveitamento do cultivo.

Isso pode ser bem visível no nordeste onde a produtividade de 70% dos estabelecimentos com menos de 5 ha, tem alcançado apenas e somente 1/5 da encontrada em igual situação na região centro sul (Hoffman e Kassouf 1989) em função da

marginalização da modernização. Se houvesse planejamento, com uso e o mesmo nível de insumos do sul do país a diferença praticamente desapareceria.

Geralmente o uso errado do solo e da cultura, mesmo que seja em pequenas áreas, podem ocasionar grandes impactos ambientais, pois além de esgotarem as reservas dos solos cultivados, também derrubam vegetações nativa, a procura de espaço, que podem ser úteis do ponto de vista ecológico.

A caracterização de um projeto agropecuário é de grande importância na avaliação de impacto ambiental do mesmo, pois para cada tipo de situação se determina ações diferentes que causam diferentes impactos.

Exemplificando, um mesmo projeto implantado, com um mesmo nível tecnológico, em duas regiões distintas, ou seja com localização diferente, com relevos diferentes, as preocupações com a erosão serão também diferentes, exigindo uso distintos de práticas conservacionistas que causariam impactos ambientais diferentes.

Caracterizado o projeto agropecuário, só resta definir se o mesmo está para ser desenvolvido ou já se encontra em desenvolvimento. Em função dessa definição se determina as ações que fazem parte desse desenvolvimento, ações essas causadoras dos impactos, os quais se quer avaliar.

4.2.) Identificação e qualificação dos impactos ambientais através de matriz de interação

A identificação e qualificação dos impactos ambientais serão feitas através de uma matriz de interação voltada especificamente para projetos agropecuários. (ANEXO I)

4.2.1) Estrutura da matriz

A matriz proposta para identificação e qualificação de impactos ambientais de projetos agropecuários compreende 65 ações e 42 fatores ambientais, totalizando 2.730 interações.

As ações compreenderão as fases de desenvolvimento de um projeto agropecuário indo desde a limpeza da área que compreende o desmatamento, o enleiramento, a eliminação de leiras e dos restos de cultura até a colheita, passando pelo preparo da área, onde será, se necessário, feita a subsolagem, além da aração, gradagem, adubação corretiva; pelo estabelecimento da cultura, ou seja, o plantio, a adubação de fundação, os tratos culturais e da utilização ou não de irrigação, como uma tecnificação mais sofisticada do projeto, não esquecendo do uso de práticas conservacionistas, sejam elas, culturais, mecânicas ou mesmo do manejo dos solos entre culturas.

Os fatores ambientais considerados são o solo, com as interferências na sua parte física, química e biológica; a água também nos seus aspectos físico-químicos; o ar na sua composição física e química, além da flora e da fauna.

4.2.2) Funcionamento da matriz

Definidas as interações entre as ações de um projeto agropecuário e os fatores ambientais de sua abrangência, é necessário identificar o impacto de tal modo que se possa analisá-los e compará-los.

Para que se determine a identificação e qualificação dessas situações, será usado a seguinte simbologia:

(-) para interação consideradas negativas ou prejudiciais.

(+) para interações consideradas positivas ou benéficas.

(o) para quando não existir interações.

E através da identificação e da qualificação das interações que se pode analisar o efeito impactante ou não das ações, em relação aos diversos fatores ambientais considerados.

Em uma matriz de interação, no seu sentido vertical, podemos comparar, ações diferentes, que produzem o mesmo efeito, com consequentes impactos ambientais diferentes.

Quando analisamos essa mesma matriz, horizontalmente, da ótica dos fatores ambientais, é possível determinar quais ações interferem mais nos mesmos produzindo impactos.

Tanto em um como no outro sentido, podemos comparar os impactos identificados e qualificados, fazendo com que ações

sejam descartadas ou adaptadas visando a minimização dos mesmos.

Quando se quer identificar e qualificar, de uma maneira simples, os impactos ambientais, causados por ações diferentes, podemos fazê-los somente em função da diferença do número de interações negativas das ações com os fatores ambientais.

Quando existe uma maior complexidade, há necessidade de além de identificação e qualificação dos impactos, criar um sistema de valoração da magnitude dessas interações, de modo que se permita um julgamento mais minucioso das ações e aí sim indicá-las ou não para uso.

Nesse segundo caso, em função de sua complexidade, seria interessante que a análise da matriz fosse feita por uma equipe multidisciplinar, pois abrangeria maior número de variáveis sejam elas ambientais, sociais ou econômicas.

Para exemplificar, Resck (1981), estudando desmatamento de um cerrado, feito com lâmina ou correntão, duas ações diferentes, com mesmo efeito, concluiu que o correntão arranca mas não arrasta, como acontece com a lâmina preservando mais a camada de matéria orgânica existente no solo.

Outro exemplo também de Resck (1981) mostra que enleiramento em solos com vegetação de cerrado, deve ser feito com ancinho frontal, que tem a vantagem sobre a lâmina de não arrastar toda a matéria orgânica para as leiras.

4.2.3) Interações ações/fatores ambientais

A necessidade de conhecer a magnitude de cada interação necessita um detalhamento de cada fase do desenvolvimento de um projeto agropecuário, de tal modo que se possa em cada uma delas, usar mais de uma ação e conseqüentemente através de resultados de estudos ou experimentação escolher o que menor impacto ambiental causar.

Na fase, limpeza da área, o planejamento ou execução de um projeto agropecuário, começa pelo desmatamento que pode ser manual, através de machado, ou mecânico com motosserra ou tratores e nesse caso com lâmina ou correntão associados ou não ao uso de fogo. Após o desmatamento, o material restante deve ser enleirado, operação esta, que pode ser manual ou mecânica e nesse caso com uso de lâmina ou ancinho. O enleiramento necessita ser eliminado para dar maior mobilidade às máquinas e a sua eliminação pode ser manual ou mecânica associadas ou não também ao fogo.

Quando existe cultivos anteriores, as fases de desmatamento, enleiramento e eliminação das leiras não são realizadas, mas os restos da cultura anterior devem ser eliminados manualmente ou mecanicamente, operação normalmente feita com uso de arado ou grade, ou quimicamente com uso de herbicidas. Todas essas operações poderiam ou não serem precedidas de fogo.

A magnitude dessas ações, da fase de limpeza da área, podem ser avaliadas ou determinadas com dados que a

literatura mostra a seguir:

Lal et alii (1978) concluiu que o desmatamento pelo método mecânico em relação ao método manual provoca aumento na densidade e na resistência à penetração das raízes, com conseqüente redução na taxa de infiltração e influência na saturação da condutividade hidráulica.

O mesmo autor mostra que a queima no desmatamento produz um aumento do pH e nos sais solúveis totais de cálcio magnésio e potássio.

Mostra também, citando trabalhos de diversos autores, com experiência no Sudeste Asiático, que a influência do desmatamento mecânico com motosserra na erosão é igual quando comparada ao desmatamento manual, particularmente quando não há destoca. O mesmo autor citando, Cordero (1974) e Seubert (1975), sugere que o uso de tratores no desmatamento, acarreta um acréscimo na densidade do solo e decréscimo na porosidade, permeabilidade e umidade disponível, provocando com isso um desenvolvimento pequeno das raízes com conseqüentes baixos rendimentos de colheita.

Dias (1983) mostra que com desmatamento mecânico há um aumento da microporosidade e decréscimo da macroporosidade em relação às florestas virgens ou desmatadas à fogo, que estatisticamente são iguais apesar de haver um gradiente em favor das queimadas. Diz também que há um aumento do teor de potássio no solo após as queimadas, dando rendimentos altos no

primeiro cultivo, ocorrendo decréscimo nos demais, se não houver as reposições exigidas.

Sanchez (1976), mostra um aumento do pH após o fogo, que decresce gradualmente com o tempo, por causa da lixiviação das bases. Estudando técnicas de desmatamento mostra que níveis de infiltração 11 meses após o desmate normal e queima é de 10.5 cm/hora enquanto que no sistema mecânico com trator de esteira a mesma é de somente 0,5 cm/hora.

Citando trabalhos de Popenoc na Guatemala, Sanchez (1976), mostra um pequeno acréscimo no teor de matéria orgânica após a queimada no campo, mas depois há um decréscimo acentuado tendendo a um baixo teor equilibrado 4 meses posteriores.

O mesmo autor, também citando Nye e Greenland (1964) mostra a influência do fogo no teor de matéria orgânica. Em solos com teor inicial baixo a mesma sobe, retornando a níveis iguais ao inicial após algum tempo. Como exemplo, cita que num primeiro momento subiu de 0.94 para 1.25%, havendo um decréscimo para 0.94% somente após 2 anos de limpo o solo.

Seubert (1975) citado por Sanchez, explica a diminuição do rendimento agrícola, em função do desmatamento mecanizado com trator, dizendo que isso ocorre em virtude da compactação pelas esteiras ou pneus dos mesmos além dos distúrbios causados pela lâmina na camada superficial.

Na fase de preparo da área onde irá se instalar um projeto agropecuário, é necessário a realização de ações que possibilitem condições ótimas para o bom estabelecimento, crescimento com obtenção de altos rendimentos agrícolas de qualquer cultivo.

Essas ações se resumem no emprego de subsolagem, que quando necessário é realizado para descompactação do terreno, de uma aração ou gradeação aradora, que possibilitam uma maior aeração com conseqüente melhoria na penetração das raízes, gradagem para nivelamento da área além de adubações corretivas que visam dar condições mínimas de suporte para qualquer cultivo.

A operação de subsolagem é considerada rasa quando as hastes atingem uma profundidade de até 30 cm ou profundo quando atingem profundidade maiores que 30 cm. O uso de uma ou outra depende única e exclusivamente da cultura e da camada compactada. Nos dias atuais a compactação do solo pode ser determinada com uso de aparelhos denominados penetrômetros de impacto, disponíveis no mercado por custos relativamente baixos pelo serviço prestado.

Dependendo da menor ou maior intensidade de compactação as subsolagens podem ser simples quando se passa em somente uma direção ou cruzada onde se usa duas direções opostas.

A operação de aração, pode ser realizada por tração

animal, normalmente usado em áreas pequenas. Nas culturas de subsistência, é feita com arado de aiveca e possui capacidade para pequena profundidade (até 20 cm), ou por tração mecânica feita também com arado de aiveca ou disco e é chamada de rasa quando atinge até 15 cm de profundidade e profunda quando atinge mais de 15 cm.

A aração serve também como agente descompactante quando a compactação é de pequena intensidade e de pouca profundidade.

A gradagem tem várias utilidades e Stolf (1986) classificou as grades quanto a sua finalidade em: de nivelamento ou destorroamento, quando possuem discos que variam entre 20 e 24 polegadas e peso até 60 kg e servem para acabamento da operação; de preparo do solo, para cereais, onde o mesmo deve ser raso, os discos variam entre 26 e 30 polegadas e o peso entre 100 e 150 kg enquanto que para operações mais profundas, como para a cultura da cana-de-açúcar e terras virgens os seus discos medem 32 a 36 polegadas e seu peso varia entre 200 e 350 kg.

Em situações de preparo bastante profundo, situações essas onde existe uma certa dificuldade de penetração além dos restos de vegetação os discos necessitam ser de 36 polegadas de diâmetro e o peso da grade varia entre 400 e 600Kg

Também nesse caso a literatura mostra resultados experimentais que permitem auxiliar na escolha ou determinação

da magnitude das interações entre essas ações e os fatores ambientais.

Fernandes et alii (1978) analisando produtividade, da cultura da cana-de-açúcar, em experimentos conduzidos, em solos latossólicos (Latosolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo), mostram que a aração à 45 cm de profundidade apresentou as maiores produções, quando comparadas à gradeação pesada e subsolagem com subsoladores de hastes lisas, em função da maior aeração do solo pela primeira operação.

Sanchez (1976), mostrando dados de Charreau (1972) comparando arações rasas com arações profundas, em solos arenosos do Senegal, relata um decréscimo na erosão de 10,7 t/ha (aração rasa) para 3,7 t/ha (aração profunda) em virtude do acréscimo de porosidade e melhor crescimento das plantas na segunda operação.

Martines & Lugo-Lopes (1953) estudando o efeito da subsolagem, em solos de Porto Rico, sobre a infiltração de água no solo encontrou índices de 125 e 14 cm/hora nos tratamentos subsolados e nas testemunhas sem subsolagem respectivamente.

Humbert (1976) citando trabalho de Paulovski & Makorov mostra que devido ao revolvimento profundo (45 a 60 cm) de solos, há um aumento na porosidade na camada de 20 a 40 cm, além do aumento da permeabilidade e da porcentagem total de umidade aproveitada entre 0 e 60 cm.

Souza & Melo (1977) afirmam que o excessivo revolvimento e pulverização do solo, aliados a queima dos restos de cultura, são as principais causas da erosão.

Righi et alii (1979) consideram que para culturas semi-perenes, o sucesso econômico das mesmas depende de um plantio bem feito, onde o preparo da área é responsável pela produtividade da cultura em todo seu ciclo.

Orlando Filho (1983) mostra que o preparo adequado do solo, proporcionando uma maior infiltração da água, como é o caso da subsolagem, contribui para o controle da erosão, através do rompimento das camadas de impedimento resultantes de operações, com máquinas e veículos, e facilitando o processo de conservação.

Humbert (1976) enaltecendo a subsolagem, em virtude dos seus estudos sobre efeito da compactação causados por veículos, na redução da produção de colmos de cana-de-açúcar, comprovou que nos campos onde haviam sido realizadas uma, duas três ou mais colheitas mecânicas o rendimento apresentou quedas de até 56%.

Observou também que o encharcamento provocado pela compactação, destruiu a estrutura do solo, além de que as condições anaeróbicas que ocorrem na zona radicular restringem o desenvolvimento e a eficiência desse mesmo sistema.

Veihmeyer & Hendrinckson (1948), trabalhando com desenvolvimento de raízes de girassol, em dois tipos de solos, argilosos e arenosos, verificaram que nos argilosos, com densidade de 1.46 g/cm³ não houve crescimento de raízes, enquanto que nos arenosos, com densidade de 1.56 g/cm³ as mesmas conseguiram penetrar. O trabalho mostra também a necessidade de subsolagem somente em solos argilosos.

A operação de adubação corretiva, deve ser feita com o intuito de corrigir a acidez do solo além de suprir a necessidade de nutrientes necessários ao desenvolvimento da cultura em questão. Entre esses elementos químicos, encontramos o cálcio, o magnésio, e principalmente o fósforo, deficiente em quase todos os tipos de solos brasileiros.

A correção da acidez é comumente denominado calagem e pode ser feito com calcários calcíticos que possuem grande quantidade de cálcio e calcários dolomíticos, nos quais além do cálcio encontramos também magnésio.

A operação de suprimento de fósforo é denominado fosfatagem e pode ser feita com fosfatos naturais que normalmente requerem um tempo maior para liberação do fósforo pois o seu teor solúvel em água é muito baixo ou com adubos químicos que possuem maior quantidade de fósforo solúvel mas a custos bem mais altos.

Uma outra forma de adubação corretiva é a adubação orgânica que além de aumentar o teor de matéria orgânica do solo

também é uma forma de mante-lo isento de ervas daninhas, sem o uso de agrotóxicos, pois o uso desse cultivo é normalmente feito entre dois plantios comerciais.

O controle das dosagens utilizadas, principalmente daqueles que tenham compostos químicos com principio ativo como calcáreos e adubos fosfóricos, devem ser bastante intensos pois grandes quantidades podem causar impactos à própria cultura, através de dosagens tóxicas como também ambientais onde através de lixiviações ou mesmo "runoff", possam contaminar tanto águas profundas como superficiais.

Também nesse caso, a literatura mostra dados que auxiliam na identificação e qualificação dos impactos ambientais provenientes de tais usos.

Orlando Filho (1983) mostra como consequência da calagem nos solos ácidos: fornecimento de Ca e Mg; diminuição da concentração tóxica de alumínio, manganês e ferro; aumento na disponibilidade de fósforo e molibidênio; melhoria das condições de vida para os microorganismos responsáveis pela nitrificação e fixação simbiótica de nitrogênio; melhores condições para os organismos que decompõem a matéria orgânica do solo, promovendo a liberação de nitrogênio, fósforo, enxofre e boro; possível melhoria nas propriedades físicas através da agregação dos solos, aumentando a aeração, a circulação de água e permitindo um melhor desenvolvimento das raízes.

Fassbender (1975) estudando o uso de corretivos,

alerta para o uso excessivo desses adubos onde os mesmos podem acarretar: destruição da estrutura granular porosa que é característica de solos lateríticos; aumento da velocidade de decomposição da matéria orgânica, acelerando sua perda; mobilização ou redução da disponibilidade de alguns nutrientes como ferro, manganês, zinco, boro e cobre e as deficiências dos mesmos; o uso apenas de calcáreo calcítico (CaCO_3) reprime a absorção de magnésio; afeta diretamente a relação Ca/K com possível indução à deficiência de potássio.

Cordeiro et alii (1977) evidenciaram que a calagem causou decréscimo de 19% na disponibilidade de potássio em um Latossolo Roxo e de 10% em um Latossolo Vermelho Amarelo.

Humbert (1968) relata que o uso de sulfato de amônia no Hawai, ao longo de 30 anos, aumentou a acidez do solo, tendo o pH passado em média de 6.0 para 5.0.

Azeredo et alii (1983) resumindo os principais benefícios que a matéria orgânica traz as propriedades do solo, diz que a mesma produz: aumento da disponibilidade de nitrogênio, fósforo e enxofre, através de seu processo de mineralização; elevação da capacidade de troca de cations (CTC); diminuição da fixação de fósforo por óxidos amorfos, pois os radicais orgânicos bloqueiam os sítios de fixação; contribuição para a agregação do solo, reduzindo assim a susceptibilidade à erosão; aumento da capacidade de retenção da água; redução da plasticidade e coesão do solo favorecendo as suas operações de preparo; favorecendo às atividades de microorganismos do solo, por fornecer energia e nutrientes aos mesmos; melhoria das

propriedades químicas e físicas que influenciam a vida microbiana.

Allisson (1973), citando diversos autores, mostra como vantagem do ponto de vista agrônomo, que o uso de adubação verde com leguminosas produz: aumento da atividade microbiana do solo; elevação da retenção da água no solo; fixação do nitrogênio atmosférico; reciclagem de nutrientes; aumento da capacidade de troca de cations (CTC); controle de ervas daninhas e controle da erosão do solo.

Zambello Jr & Orlando Fo. (1981) comentaram que o emprego de adubação verde promove um melhor controle do desenvolvimento de ervas daninhas, auxilia a estruturação do solo, aumenta a retenção de nutrientes, absorvendo-os das camadas subsuperficiais, liberando-os posteriormente na camada arável, promove a fixação do nitrogênio atmosférico, incrementa a atividade microbiana dos solos através da adição de matéria orgânica e aumenta a retenção da água.

Na fase de estabelecimento de uma cultura, a mesma começa pelo plantio que tanto pode ser manual, usando-se equipamentos, comumente chamados de matraca, ou a tração animal, práticas essas que, normalmente são realizadas em pequenas áreas ou em agricultura de subsistência. O plantio também pode ser mecanizado, ou seja, com semeadeiras puxadas por tratores, usuais em áreas que comportam técnica e economicamente o uso de mecanização.

Do ponto de vista ecológico, ocorre maiores

impactos ambientais quando o plantio é feito mecanicamente, pelo mesmo ser realizado com máquinas pesadas acarretando compactações dos solos. Os plantios realizados a tração animal, podem acarretar impactos quando os mesmos são feitos na mesma direção do fluxo de água, chamados comumente de "morro a baixo", propiciando condições favoráveis à erosão.

Dados de Bertoni e Benatti Jr (1973) mostram que quando comparados sistemas de plantio de milho em contorno e morro abaixo houve um acréscimo de produtividade do primeiro para o segundo da ordem de 21%.

O estabelecimento de uma cultura, está sempre na dependência da capacidade do solo suprir suas necessidades nutricionais, suprimento este feito através de fertilizantes que quando usados no plantio, denomina-se adubação de fundação e quando administrados durante o ciclo do crescimento da cultura denomina-se adubação de cobertura.

As adubações de fundação e de cobertura são realizadas na sua maioria com adubos minerais, podendo entretanto serem feitos também com adubos orgânicos.

Os fertilizantes químicos são divididos em dois grupos, sendo o primeiro com predominância de macronutrientes ou seja com nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre no segundo grupo há predominância de micronutrientes ou seja com boro, cloro, ferro, manganês, molibidênio, cobre e zinco.

Catani et alii (1959) em seus estudos para

determinação das necessidades nutricionais de uma planta, encontraram as seguintes quantidades máximas de macroelementos extraídos por uma tonelada de colmos de cana-de-açúcar: 1,32 kg de nitrogênio, 0,21 kg de P_2O_5 e 0,36 kg de CaO, 0,32 kg de MgO e 0,14 kg de enxofre.

Golden (1961), na Louisiana, estudando também extração de macroelementos (N, P_2O_5 e K_2O) por uma tonelada de colmos industrializáveis de cana-de-açúcar em diferentes tipos de solo encontrou necessidades variando de 0,46 a 0,82 kg para o nitrogênio, 0,32 a 0,68 kg para P_2O_5 e 1,11 a 1,89 kg de K_2O . Isso levou-o a afirmar que as necessidades nutricionais com relação aos macronutrientes é função também da diversidade dos solos utilizados.

Orlando Fo. et alii (1980), também trabalhando com a remoção de macronutrientes pela cultura da cana-de-açúcar, verificou que além das características apresentadas pelos autores anteriores, que há influência da idade do desenvolvimento da cultura como mostra o quadro 2.

Quadro 2 - Necessidade requerida de nutrientes (Kg/ha) pela cultura da cana-de-açúcar nas diversas idades(meses)

Nutriente	idade em meses (necessidade requerida kg/ha)						
	4	6	8	10	12	14	16
N	29,78	46,54	73,64	119,55	157,90	166,57	192,98
P	2,80	4,37	5,67	10,52	17,14	20,14	21,13
K	40,33	62,69	76,46	125,80	183,23	202,81	180,73
Ca	14,30	22,30	36,21	51,98	87,78	113,63	128,23
Mg	5,40	9,89	16,09	27,26	43,86	58,15	61,06
S	8,74	14,36	16,01	22,93	36,46	48,70	57,99

O nitrogênio é o elemento nutricional que induz frequentemente limites de produtividade nos trópicos assim também como em regiões temperadas, porém, nos trópicos, o seu conteúdo no solo é baixo o que contribui para a deficiência da proteína tão generalizada nessa região.

A necessidade e importância do nitrogênio nas funções vitais de uma cultura pode ser explicada pelo mesmo ocupar o 4º lugar na composição de cada planta.

Sanchez (1976), mostra que em regiões temperadas, grande quantidade de nitrogênio é volatilizada em formas de N_2 , entretanto a possibilidade de reciclagem é limitada pela porção da volatilização que é convertida em NO , NO_2 e outros óxidos.

O mesmo autor demonstra que os níveis de mineralização do nitrogênio dependem da temperatura, da relação C:N do solo, do pH, mineralogia e umidade do solo. Somente 30 a 50% do nitrogênio colocado no solo é recuperado pela planta sendo que o restante fica no solo, se perdendo por lixiviação ou desnitrificação ou se transforma em gases através da volatilização. Deve-se pois ter preocupação em não colocar quantidades excessivas de tal modo que haja perdas muito grandes podendo contaminar tanto águas profundas como superficiais.

Willandezan & Lotero (1967) citados por Sanchez, avaliando o efeito das aplicações anuais de uréia e sulfato de amônia em quantidades de até 1.000 kg/ha, em pastagens durante cinco anos, mostrou que o ótimo da produção de capim se obtém com a dosagem de 500 kg/ha e o pH decresceu de 5,8 para 4,2, além de provocar um decréscimo na saturação de bases nos diversos horizontes, o que não ocorreu com uréia.

O fósforo é um macronutriente que direta ou indiretamente participa de um grande número de processos metabólicos da vida da planta tais como: armazenamento de energia através do ADP e ATP, desdobramento de açúcares na respiração e fornecedor de energia à partir do ATP, além de ser composto chave no metabolismo energético.

Para se ter idéia da necessidade desse elemento pela planta Hartt & Burr (1965) verificaram que sua deficiência em cana-de-açúcar aos dois meses de idade, diminuía a atividade fotossintética mais que o nitrogênio e o potássio.

O fósforo é um elemento bastante fixado pelo solo, sendo muito difícil a sua solubilização a curto prazo, o que acarreta uma baixa mobilidade nos diversos perfis do solo. Normalmente os solos brasileiros, apresentam grandes deficiências desse elemento sendo necessário que se coloque altas dosagens, seja em adubações de correção seja em adubações de fundação.. Em virtude da baixa mobilidade e práticas de aplicação que não atingem grandes profundidades, a erosão causada nesses solos faz com que esse elemento seja levado junto com o solo ("runoff") aumentando a sua quantidade em rios e lagos, o que provoca a eutrofização dos mesmos.

Smalen (1981) citado por Canter (1986) realizando estudos sobre controle em bacias hidrográficas, sem atividade agrícola, tinha um conteúdo inicial de nitrogênio inorgânico de 0,026 mg/l e o nível de fósforo de 0,05 mg/l. Quando se atribuiu atividade agrícola à essa área, houve um acréscimo de 1,5 a 2,0 vezes para o nitrogênio enquanto que com o fósforo esse incremento foi de 1,5 a 3,0 vezes.

Outros estudos relatados por Canter (1986) mostram que as perdas maiores de fósforo, ocorrem no período inicial de instalação da cultura, onde sempre é mais intenso o período chuvoso, evidenciando tanto, o carreamento do elemento junto com o solo, como a necessidade de práticas conservacionistas bem feitas que eliminam tal efeito.

Boiley and Waddell (1979) também citados por Canter (1986), mostram que diferentes cultivos, proporcionam poluição

em águas de superfície com sedimentos, nitrogênio e fósforo. Quando temos culturas em geral, as quantidades de sedimentos em milhões de toneladas por ano de sedimentos é de 1.870, de nitrogênio 4.3 e de fósforo 1.56. No caso de pastagens ou campos, existe um total de 1.220 para sedimentos, 2.5 para nitrogênio e 1.08 para fósforo. Em áreas cobertas com florestas as quantidades encontradas foram de 2.56 para sedimentos, 0.39 para nitrogênio e 0.089 para o fósforo.

E interessante notar nos dados acima que o fósforo está intimamente ligado a quantidade de sedimentos encontrados na água, o que mostra que sendo o elemento não solúvel e com baixa mobilidade está sempre a mercê de perdas por erosão, poluindo águas e não cumprindo o seu papel de nutriente.

Com relação ao potássio, o mesmo tem como papel principal a característica de ser ativador de diversos enzimas.

Segundo Clements (1955) esse nutriente tem como funções, manter o protoplasma em dispersão e a estrutura celular, atuando também na assimilação do carbono e na translocação de proteínas.

O potássio como o nitrogênio é bastante solúvel; portanto altamente lixiviado quando colocado em quantidades excessivas, não sendo aproveitado na sua totalidade, e necessitando ser colocado em doses menores e em duas ocasiões pelo menos.

Com relação ao enxofre, as quantidades necessárias

para suprir as deficiências das plantas, provém, segundo Sanchez (1976) das chuvas, pois as mesmas possuem 1 ppm do elemento o que equivale a 10 kg do elemento por ha por ano.

Em regiões onde há grandes concentrações de óxidos de enxofre, provenientes de emissões, sejam elas agrícolas ou industriais principalmente, existe a possibilidade de retorno desse elemento em forma de ácido, junto com a chuva (chuva ácida), causando aumento da acidez do solo, influenciando no decréscimo dos rendimento agrícolas.

A exigência nutricional das culturas, em relação aos micronutrientes é igual à dos macronutrientes, porém as adubações são feitas com pequenas quantidades. Mesmo assim esses elementos têm funções vitais no desenvolvimento das plantas, onde suas deficiências causam desarranjos nos processos metabólicos ou até morte dessas plantas.

Pela pequena quantidade empregada, esses elementos quando requeridos, causam pequenos ou nenhum impacto ambiental, a não ser que o seu uso seja indiscriminado, podendo ocorrer acúmulos durante certo tempo tanto no solo, como na água, ou quem sabe, ser absorvido pelas plantas e aí sim criar problemas de acumulação no homem.

A fase de estabelecimento de uma cultura, tem após o plantio da mesma, ações, chamadas tratamentos culturais, necessárias, que possibilitam um maior aproveitamento das culturas, sem interferência de plantas concorrentes tanto em

nutrientes como em espaço ou absorção de energia.

A prática de eliminação dessas plantas, chamadas daninhas ou invasoras, é denominada capina, podendo ser manual, operação realizada com auxílio de enxadas, que praticamente não acarreta impacto, pois mexe pouco com a camada superficial do solo no arrancamento das ervas. Ao contrário de um impacto negativo, essas ervas permanecendo na superfície do solo, atuam como cobertura morta, propiciando, além de abafar novas brotações, a manutenção da umidade do solo.

A capina mecânica, pode ser feita tracionada por animais, onde praticamente produzem o mesmo efeito da capina manual, porém com a vantagem de maior rapidez, ou mecanicamente com tratores que tracionam implementos próprios para cada cultura, acarretando nesse caso os mesmos impactos de adensamento e pulverização do solo, quando se usa operações mecanizadas em um projeto agrícola.

A capina, pode ainda ser química, que do ponto de vista de impacto ambiental é a mais prejudicial, pois nesse caso há um combate das ervas daninhas com os herbicidas.

Os herbicidas, quando usados, devem ser cuidadosamente ministrados, pois podem provocar efeitos residuais bastante grandes poluindo além do próprio solo, os rios, os reservatórios e o próprio ar e atingindo o ser humano através de resíduos em alimentos ou mesmo na água potável.

Canter (1986) mostra diversos métodos, que podem

ser usados para minimizar o uso e movimento dos agrotóxicos, com consequentes impactos ambientais menores tais como: adotar técnicas de produção, as quais não usem agrotóxicos; uso de agrotóxicos alternativos que não sejam solúveis em água; otimização da formulação dos agrotóxicos; redução dos tratamentos excessivos; otimização da hora do dia para aplicação de herbicidas; otimização das datas de aplicação dos agrotóxicos; uso de baixas quantidades de aplicação; manejo ideal das aplicações.

Stewart et alii (1975), citado por Canter (1986), apresenta dados (TABELA 6) de alguns princípios ativos para que se possa ter idéia de suas classes, bem como predominância do transporte na sua mobilidade, além das toxicidades com relação a ratos LD 50 (mg/kg) e peixes LC 50 (mg/litro) e as persistências em dias dos mesmos no solo.

O estabelecimento de uma cultura requer também um controle de pragas e doenças, práticas essas necessárias para que haja rendimentos agrícolas e econômicos desejáveis.

Segundo Paschoal (1978), citando Walker, as perdas anuais nos Estados Unidos da América são da ordem de 11 bilhões de dólares, assim distribuídos: doenças (2.700 milhões), nematóides (370 milhões), insetos (5.500 milhões) e ervas daninhas (2.459 milhões). Calcula-se que as perdas no campo devido a insetos sejam de 15% para alfafa, 12% para o milho, 13% para a maçã, 19% para o algodão, 6% para os citros, 4% para arroz e 3% para a soja.

No Brasil, segundo Gianotti et alli (1972), o pulgão do algodoeiro pode produzir quebras de 43% na produção; a lagarta da espiga e o caruncho do milho, 17% e 62% respectivamente o pulgão da batatinha 32% os trips do prateamento do amendoim 30% e a broca da figueira de 20 a 30%.

Apesar das estatísticas tem-se observado entretanto que mesmo em áreas desenvolvidas, a médio prazo, o uso maciço e indiscriminado de defensivos não tem diminuído o índice de perdas.

Procura-se nos dias atuais desenvolver métodos de controle de doenças e pragas que podem ser classificados em culturais, biológicos e químicos:

A) Culturais

Esse método consiste no uso de variedades resistentes ou tolerantes às diversas pragas e doenças, o que possibilita uma minimização do uso de agrotóxicos, ou mesmo não aumenta a produção artificial de inimigos naturais. Do ponto de vista ambiental, acredita-se que diante da necessidade de produção de alimentos, seja a prática que menor impacto causa uma vez que não existe mudanças no sistema de produção a não ser da troca de cultivares.

Também fazem parte deste método o uso de práticas agrícolas, como rotação de cultura e destruição de restos de culturas, visando eliminar plantas hospedeiras em certas épocas, arações ou revolvimento frequentes do solo limpo, visando

controle de larvas ou pupas expondo-as a luz solar.

B) Biológico

Consiste no controle de pragas por meio de inimigos naturais, que são os organismos que mantêm os níveis da população de insetos em equilíbrio.

O conhecimento da existência de inimigos naturais, segundo Gallo et alii (1978) remonta ao século III onde os chineses usavam formigas predadoras de pragas de citrus.

A primeira transferência, com sucesso, de um inimigo natural, aconteceu com a introdução na Califórnia em 1898, da joaninha *Rodolia cardinalis*, trazida da Austrália para o controle do pulgão branco dos citros.

Os trabalhos desenvolvidos sobre controle biológico, bem como o progresso dessa técnica, desde 1890 até 1975 podem ser encontradas na Tabela 7 conforme dados de Van Den Bosch et alii (1982). É interessante salientar entretanto que até 1940 houve sempre um acréscimo do número de casos com sucesso, decaindo a partir dessa época, o que acreditamos, aconteceu em função da entrada no mercado de produtos químicos como o DDT e o BHC por exemplo.

Os controles biológicos mais difundidos hoje no Brasil são o controle da broca da cana-de-açúcar através de insetos; controle da cigarrinha das pastagens e da cana-de-açúcar, através de fungos e o controle da lagarta de soja,

através de vírus específicos.

C) Químico

O controle químico de pragas e doenças é feito com uso de inseticidas e fungicidas, sejam eles específicos ou não, que quando necessários, exigem uma preocupação muito grande do aplicador uma vez que os mesmos podem ter efeitos residuais, tanto em planta/alimentos, como nos solos, água e ar.

Os pesticidas de um modo geral são normalmente direcionados para a planta, todavia a maior parte é depositada na superfície do solo. Segundo dados de Paschoal (1979), calcula-se que apenas 10 a 20% dos praguicidas aplicados em polvilhamento e de 25 a 30% dos praguicidas aplicados em pulverizações sejam depositados na superfície das plantas.

Nas condições mais propícias, os métodos químicos atuais desperdiçam de 50 a 75% dos produtos aplicados, que se tornam assim contaminantes ambientais, daí a sua grande importância na avaliação de impactos ambientais causados por projetos agropecuários.

Matsumura (1976) mostra que fatores externos podem desempenhar importantes papéis em decidir o destino desses praguicidas depositados no solo, são eles: absorção pelas partículas do solo, também como pela matéria orgânica do mesmo; lixiviação e lavagem pela água; evaporação para o ar, incluindo transporte mecânico pelo vapor d'água; degradação e/ou ativação pelos microrganismos do solo; decomposição fisiológica ou

ativação catalítica pelas condições ou constituintes do solo; fotodecomposição e translocação.

O fator mais importante que decide a persistência ou permanência dos agrotóxicos no solo é a natureza dos seus próprios componentes.

Características como solubilidade em água, polaridade, volatilidade, reatividade e estabilidade química, são muito importantes na determinação e conhecimento dos praguicidas em geral.

Com relação aos efeitos residuais em plantas, Lichtenstein segundo Matsumura (1976) examinando 5 variedades de cenouras, e seus níveis de absorção de aldrin e heptacloro, encontrou somente uma variedade contendo 50% dos resíduos na casca enquanto que as outras continham 70-86% dos resíduos na polpa.

Bruce et alii (1960) mostra que sementes de soja acumulam cinco vezes mais resíduos de heptacloro que sementes de aveia.

A persistência total de inseticidas de hidrocarbonetos clorados tem sido mostrada por dados de Edwards (1966) e Kearney et alii (1969) conforme quadro 3:

Quadro 3 - Persistência total de diversos inseticidas no solo

PRODUTOS	95% de desaparecimento (1) (anos)	75-100% de desaparecimento (2) (anos)
Aldrin	1 - 6	3
Chordane	3 - 5	5
DDT	4 - 30	4
Dieldrin	5 - 25	3
Heptacloro	3 - 5	2
Lindane	3 - 10	3

(1) dados de Edwards

(2) dados de Kearney et alii

Os inseticidas hidrocarbonetos clorados, tais como DDT, BHC, Clordane, Dieldrin, Heptacloro são geralmente estáveis e permanecem no solo por longo tempo. Através da volatilização, aldrin dispersa mais rapidamente que o dieldrin.

Os arsenicais tendem a se acumular nas camadas superficiais dos solos e seus resíduos são particularmente altos em solos com pomares ou em cultivos com algodão.

O tipo de solo também interfere na permanência desses elementos no mesmo. Matsumura (1976) mostra que a acumulação de resíduos é particularmente maior em solos argilosos do que em solos arenosos. Os dados do quadro 4 mostram

resíduos de aldrin e dieldrin encontrados em areias quartzosas e mais três tipos de solos da Grã-Bretanha, após 56 dias de tratamento com 10 ppm de aldrin.

Quadro 4 - Resíduos de Aldrin e Dieldrin recuperados em 4 diferentes tipos de solos da Grã-bretanha, após 56 dias de tratamento com 10ppm de Aldrin.

SOLOS (Séries)	MO %	RESÍDUOS		
		% de recuperação		
		ALDRIN	DIELDRIN	TOTAL
"AREIA QUARTZOZA" (UK)	0,0	0,7	0,5	1,2
"PLAINFIELD" (UK)	0,8	57,9	3,5	61,4
"CARRINGTON LOAN" (UK)	4,1	55,0	15,2	70,2
"MUCK" (UK)	40,0	65,1	10,5	75,6

A baixa mobilidade do Clordane no solo, foi discutida por vários autores onde mostraram que após 14 meses e 1830 mm de chuva, não foi encontrado o produto a mais de 23 cm de profundidade. A grande quantidade dos resíduos, 85 a 90%, foi encontrado na profundidade de 0 a 8 cm, enquanto que entre 8 e 15 cm encontraram 9 a 15% e entre 15 e 23 cm a porcentagem de 1,2 a 1,6%.

Como se percebe o uso de praguicidas de um modo geral requer grandes cuidados pois os impactos ambientais advindo dessa prática são consideráveis.

Nos dias atuais, ênfase é dada a controles

integrados ou seja associação de métodos químicos , biológicos e culturais de modo que se tenha maior sucesso, sem grandes impactos ambientais quando comparados ao químico isolado.

E conveniente salientar também que com o advento de novas pesquisas, se cria, já em nível comercial, inseticidas biológicos ou ainda se determina manejos que propiciem condições adversas à instalação da praga de tal modo que não se use qualquer tipo de controle seja biológico ou químico.

O estabelecimento de uma cultura deve obrigatoriamente ser alicerçado por práticas conservacionistas, que são ações desenvolvidas principalmente para controle de erosão, de tal modo que a interferência da mesma, como agente de exaustão ou degradação do solo seja minimizado.

A erosão contribui também para o assoreamento e contaminação de rios, reservatórios d'água, pela carreação de partículas dos solos, assim como de resíduos de agrotóxicos fixados pelo mesmo.

Um outro fator amenizado pelas práticas conservacionistas é o abrandamento do "runoff" que consiste na perda por carreamento da água de substâncias benéficas às plantas como nutrientes ou malélicas com resíduos de agrotóxicos.

Em um projeto agropecuário, as práticas conservacionistas podem ser classificados:

- Culturais

Essas práticas constituem manejos das culturas, como uso do plantio em nível, plantio em faixas, diminuindo o fluxo de água ou então o uso de rotações de culturas, e mesmo o manejo entre essas culturas, ações desenvolvidas que fazem com que o solo esteja permanentemente coberto e assim há menor impacto da água da chuva com o solo, diminuindo a erosão.

- Mecânicas

As práticas conservacionistas mecânicas são aquelas em que há necessidade do uso de máquinas para sua confecção ou como são comumente denominadas, cordões de nível, terraços que podem possuir base estreita ou larga além de patamares. Todas essas construções são realizadas para que haja também uma quebra da velocidade de descida da água em terrenos declivosos.

Existe um gradiente de necessidade dessas práticas em função da declividade do terreno, da permeabilidade do solo bem como de sua resistência à erosão, gradiente esse que é crescente das curvas de nível até os patamares.

Para se ter idéia da necessidade dessas operações, segue algumas citações que descrevem tais situações.

Bertoni et alii (1972) indicaram as perdas médias do solo pela erosão em uma área no Estado de São Paulo, em declives entre 8,5 e 12,8%, com precipitações anuais em torno de 1300 mm, observando maiores valores nos solos arenosos do que nos solos argilosos ou seja 21,1 t/ha e 16.6 t/ha

respectivamente.

Sanchez (1976) mostrando dados de Juarez de Castro & Rodrigues em trabalho realizado na Colômbia, sobre o efeito de sistemas de cultivo e de práticas conservacionistas em solos com seis anos de cultivo, com média de 2.775 mm de chuva/ano, determinou que para solos limpos houve carreamento de terra da ordem de 225,4 t/ha, enquanto que para pastagem 7,1 t/ha e para café plantado em terraços 0,2 t/ha.

Laydale et alii citados por Odum (1985) estimou que para cada 2,5 cm de solo perdido ocorre uma redução na produtividade de milho de 80 kg/ha ou até 10% da colheita anual.

Sobral et alii (1980) relataram que cordões de vegetação permanente em faixas de contorno, apresentam-se como alternativa interessante para agricultores que não dispõem de recursos para construção de terraços.

Zambello Jr et alii (1983) estudando plantio em faixas para cana-de-açúcar, destacaram como benefícios a maior retenção das águas de chuva pelo solo, com conseqüente menor erosão, além de servirem como aceiros em culturas que necessitam serem queimadas, seja para colheita seja somente para limpeza da área.

Outras práticas conservacionistas são o plantio direto e o cultivo mínimo preconizados no sentido de reduzir as operações agrícolas de preparo do solo e controle de ervas daninhas. Quanto menos se mexe num solo, menor possibilidade se

tem de erosão, em função da redução do tráfego de máquinas e uma menor pulverização do mesmo.

O cultivo mínimo pode ser demonstrado como uma prática conservacionista, pelos dados do quadro 5 obtidos por Vicent e Chandler citado por Sanchez (1976) onde mostra os efeitos do cultivo ou não no rendimento (t/ha) de diversas culturas em Porto Rico.

Quadro 5 - Efeitos de diferentes cultivos no rendimento (t/ha) de diversas culturas em Porto Rico.

CULTURA	CULTIVO TRADICIONAL	CULTIVO MINIMO
Cana-de-açúcar	111,00	109,00
Milho	3,92	4,14
Batata Doce	10,10	9,50
Inhame	15,90	15,10

Com relação a rotação de culturas, bem como a intercalação das mesmas e as práticas de manejo do solo entre culturas, são consideradas alternativas bastante viáveis para controle da erosão.

Lombardi & Carvalho (1981) concluíram que além da rotação de culturas racionalizar o uso do solo, combater a erosão, possuem a vantagem da oportunidade de produção de outras culturas econômicas na mesma área, incrementando a receita

líquida, além da utilização mais racional e intensa, sem ociosidade das máquinas e mão-de-obra.

Embora não seja uma prática de uso corrente no Brasil, a cobertura morta utilizada na África do Sul como relatou Orlando Fo. & Zambello Jr (1980), pode ser incorporada como uma prática de controle de erosão, devido à proteção do solo contra a chuva, além de apresentar outras vantagens tais como evitar o aquecimento excessivo do solo pela ação direta dos raios solares, mantendo temperatura e umidade favoráveis ao desenvolvimento microbiológico e conservação da matéria orgânica do solo.

A última fase de um projeto agropecuário é a operação de colheita, operação essa que irá mostrar o sucesso ou não do empreendimento.

A colheita pode ser manual onde se supõe não haver impacto ambiental, e pode ser mecânica através de máquinas automotrizes ou mesmo tracionados por tratores. Nesse caso, em virtude do peso provocam compactações nos solos característica já discutida anteriormente.

4.3. Quantificação dos impactos ambientais através de indicadores

Em estudos de avaliação de impacto ambiental, é necessário além de identificar e qualificar os impactos, também procurar meios de quantificá-los, para que se possa comparar estudos diferentes.

A quantificação pode ser feita através de indicadores que dão o valor da intensidade dos elementos causadores desses impactos ambientais, além de mostrarem a diferença entre seus efeitos.

Em projetos agropecuários, os indicadores sugeridos são interações resultantes entre ações e fatores ambientais afetados e compreendem: erosão, compactação, salinização, poluição do solo e interferência no ciclo hidrológico.

4.3.1. Erosão dos solos

A erosão é um processo de degradação e arrastamento acelerado dos componentes do solo, causado pela ação da água (erosão hídrica) e dos ventos (erosão eólica).

A erosão eólica adquire grande importância em regiões com cobertura vegetal insuficiente para proteger o solo. Normalmente ocorre nas orlas arenosas de mares, lagos e rios, bem como em regiões áridas e semi-áridas.

Os prejuízos causados por essa erosão, não se restringem apenas à perda de solo, mas também ao acúmulo sistemático de partículas suspensas na atmosfera.

Os fatores que mais influem na erosão eólica são: as propriedades físicas do solo, onde são mais susceptíveis quando são formados por partículas menores; cobertura vegetal, que quanto menor maior a erosão; clima, ou seja, maiores erosões em climas áridos; tratos culturais intensos, onde existe maior pulverização do solo.

A erosão eólica pode ser controlada: com o plantio de gramíneas ou outras famílias adaptáveis a essa condição; plantio de quebra-ventos ou plantio de culturas em faixas perpendiculares à direção do vento.

Os fatores que interferem na erosão hídrica são: intensidade, duração e frequência das chuvas; declividade e área do terreno; poder de retenção da água pelo solo; cobertura vegetal; e pelo próprio solo.

A intensidade, duração e frequência das chuvas tem maior influência na erosão e não como normalmente se preconiza, através dos totais e médias anuais de precipitação. Winchmeyer, realizando estudos sobre perda de solos, nos EUA, verificou que no estado de Oklahoma, 51% das perdas totais de vinte e sete anos ocorreram em apenas três; no estado da Virginia, 81% das perdas de dezessete anos, ocorreram em apenas dois anos; no estado de Iowa, 40% das perdas de doze anos ocorreram em apenas dois anos.

Seixas (1984), mostra que as perdas de solo, em função da intensidade das chuvas, segundo dados da Estação Experimental de Chinchina, Colômbia, em terras com 20% de declividade, sem cobertura vegetal, crescem segundo uma curva exponencial, onde com uma intensidade de um milímetro, durante cinco minutos, se perde meia tonelada de solo por hectare, enquanto que quando essa intensidade cresce para oito milímetros, por cinco minutos, se perde sete e meia toneladas de terra por hectare.

Para mostrar a influencia da cobertura vegetal, Bertoni et alii (1965), nos mostra os dados do quadro 6 abaixo:

Quadro 6 - Influência da cobertura vegetal na perda de solo e tempo gasto para desgaste de uma camada de 15 cm

Cobertura Vegetal	Perdas de solo (Kg)	Tempo gasto para desgaste de 15 cm(anos)
mata	4	440 000
pastagem	400	4 000
cafezal	900	2 000
algodao	26 000	70

As condições físico-químicas dos terrenos, ao conferir-lhes maior ou menor resistência à ação das águas, caracterizam o comportamento de cada solo exposto à características semelhantes de declividade, regime pluviométrico e cobertura vegetal.

Um solo arenoso, por exemplo, com estrutura formada por partículas maiores, possui porosidade maior com conseqüente maior permeabilidade, consegue absorver a água da chuva leve e portanto não sofre erosão. Em compensação, como possui baixos teores de argila, não possui coesão entre suas partículas, e ao fluir qualquer corrente de água sobre sua superfície, arrasta grandes quantidades de solo.

O oposto se verifica com solos argilosos, que são providos de maior quantidade de microporos. Durante uma chuva

leve, grande quantidade de chuva não penetra, correndo superficialmente. Em contra partida, é grande a capacidade de retenção das águas que nele infiltram e é maior também a resistência à ação desintegradora das águas de escoamento.

Nos solos do Brasil Central, há predominância de argila, mas as mesmas se agregam e nesse caso atuam como se fossem solos arenosos, se tornando mais permeáveis e menos susceptíveis à erosão.

Medidas de erosão

Várias são as maneiras de medição da erosão. Segundo Verdolin (1981), a realização de mensurações de perdas de solo por erosão, tem sido normalmente efetuadas através de instalação de tanques coletores, em áreas restritas, previamente preparadas e cujos resultados dão indicações muito localizadas das perdas ocorridas e apresentam altos custos de instalação. Outro sistema empregado, é através de coleta de amostras de águas escorridas, efetuando-se a análise sedimentométrica do material. Os resultados são transformados para área total em função da mensuração do volume de chuva precipitada..

Em 1960, Fournier concebeu a seguinte equação para determinação da erosão em lavouras:

$$\log E = 2,65 \log \left(\frac{p}{P} \right) + 0,46 \log H \cdot \text{tg}^2 \theta - 1,56$$

E = sedimentos em suspensão (t/km/ano)

$\frac{p}{P}$ = índice de concentração de chuvas de Fournier

p = total de chuvas do mês que ocorre maior precipitação (mm)

P = média de precipitação anual (mm)

H = altura média da bacia hidrográfica (m)

O = declive médio da bacia hidrográfica (%)

Em 1968, Douglas idealizou também a seguinte equação:

$$SS = - 8,4 + 2,704 \log \left(\frac{p}{P} \right)^2 + 5,60 R_b + 2,967 \log D^2$$

onde SS = total de sedimentos (t/ Km/ ano)

$\frac{p}{P}$ = índice de concentração de chuvas de Fournier

p = total de chuvas no mês que ocorre maior precipitação (mm)

P = média de precipitação anual (mm)

R_b = índice de bifurcação

D = densidade de drenagem

Todos esses métodos descritos, são aplicados especificamente às áreas de estudo.

Segundo Bertoni et alii (1975), em 1950, foi aprovado uma equação que após sofrer várias melhorias, se tornou conhecida como equação universal de perda de solo e é expressa:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

onde A = perda de solo calculada por unidade de área

R = erosividade da chuva

K = erodibilidade do solo

L = comprimento da inclinação

S = grau de inclinação

C = fator de uso e manejo do solo

P = fator referente às práticas conservacionistas

Estudos realizados em Campinas, SP, por Bertoni et alii (1975), mostram que o valor médio de R, medido entre 1954 e 1974, é igual a 686.

Freire e Pessotti (1974), propuseram cinco classes de erodibilidade (K) ou seja: muito alta ($K > 0.50$); alta ($0,50 > K > 0.35$); média ($0,35 > K > 0.25$); baixa ($0,25 > K > 0.10$); muito baixa ($K < 0.10$).

Os valores de L.S variam de acordo com a declividade e o comprimento da rampa e é dado por uma tabela onde, com declive de 1% e comprimento de rampa de cinco metros é 0,03 e para um declive de 20% com uma rampa de cem metros, esse valor sobe para 6,14.

Segundo ainda dados de Bertoni et alii, (1975), o fator C varia de cultura para cultura e do estágio da mesma conforme quadro 7 abaixo:

Quadro 7 - Estágios diferentes de cultura diferentes e seus respectivos valores de C.

Estágio da cultura	FATOR C	
	soja	algodão
0 - do preparo ao plantio	0,0567	0,0032
1 - do plantio a um mês após	0,1089	0,0432
2 - um mês à dois meses	0,1056	0,0672
3 - de dois meses até colheita	0,3720	0,1037
4 - da colheita ao preparo do solo	0,0414	0,0020
TOTAL	0,6846	0,2193

Também segundo Bertoni et alii (1975), o valor de P é influenciado pelas práticas conservacionistas segundo quadro 8 abaixo:

Quadro 8 - Práticas conservacionistas e seus respectivos valores de P.

Práticas conservacionistas	valor de P
plantio morro abaixo	1,0
plantio em contorno	0,5
alternância capinas +plantio em contorno	0,4
cordões de vegetação permanente	0,2
terraço	0,1

Como podemos perceber o indicador erosão dos solos possui um número muito grande de pesquisas, mas que ainda não são suficientes para atender todas as regiões de um país de grandes dimensões como é o Brasil.

4.3.2. Compactação dos solos

Segundo Harris (1971), o solo deve ser descrito em termos de um esqueleto de partículas sólidas, de dimensões variáveis, circundadas por espaços, os quais devem conter substâncias líquidas e gasosas.

Compactação de um solo é, pois, o resultado do rearranjo de suas partículas sólidas, com redução da

macroporosidade, em respostas à aplicação de uma ação de forças externas.

Com o avanço da tecnologia, também na agricultura moderna, o uso de mecanização tem aumentado consideravelmente e essa prática é realizada com máquinas cada vez mais pesadas, pois em 1940 segundo Jorge (1986), um trator pesava em média três toneladas, enquanto que os de hoje chegam a pesar quinze toneladas, o que acontece com caminhões e colheitadeiras, aumentando sobre maneira a compactação dos solos.

Os fatores que mais influem na intensidade de compactação, de um solo são: tamanhos das partículas, teor de umidade e quantidade de ar nos solos.

Os solos arenosos são reconhecidamente pouco sujeitos à compactação, em virtude do grande tamanho de suas partículas, que se comportam como peças individuais, fazendo com que a alteração no seu volume se mostre pouco significativa mesmo em presença de água. Quanto aos solos argilosos, o reduzido tamanho das partículas de argila, lhes confere a característica de formação de aglomerados, onde a sua reunião dá origem aos macroporos. Esses aglomerados, entretanto, são passíveis de modificação, quando submetidos tanto à forças de compactação quanto à forças de descompactação.

Com a diminuição da porosidade total e aumento da microporosidade, há modificações na forma e continuidade dos poros de solos compactados, aumentando a sua capacidade de retenção de água, com uma diminuição da condutividade

hidráulica..

Existe uma perfeita coexistência entre água e ar no solo, onde normalmente, a água ocupa os microporos e o ar os macroporos. Em um solo compactado, onde há diminuição do volume poroso, existe maior retenção de água em detrimento do volume ocupado pelo ar.

A principal consequência de um solo compactado é a influência negativa causada no crescimento radicular das plantas acarretando baixos rendimentos agropecuários.

Como mostra Mendes (1989), citando diversos autores, as respostas das raízes à compactação são:

a) resistência à penetração, onde a diminuição da taxa de alongamento da raiz é facilmente observada. Henin et alii (1976), destaca que mesmo que a raiz, recupere seu diâmetro normal, à partir do estrangulamento, o seu desempenho, em termos de absorção e translocação de nutrientes e água, para a parte aérea é comprometido.

b) a disponibilidade de água, que é essencial para manter a célula túrgida durante o período de crescimento.

c) disponibilidade de oxigênio, que influencia o alongamento das células, modificando a plasticidade da parede celular a nível de suas propriedades mecânicas.

Medidas de compactação

Os solos com problemas de compactação ou com horizontes adensados apresentam sintomas visuais que facilitam

sua detecção diretamente através do próprio solo ou através das plantas cultivadas neles.

Entre as observações práticas no solo, Jorge(1986), destaca: formação de crostas, trincas nos sulcos de rodagem dos tratores, zonas endurecidas abaixo da superfície, poças de água, erosão hídrica excessiva, necessidade de maior potência nas máquinas de cultivo etc. Com relação às culturas, pode-se dizer que existe tal problema quando: existe um baixo índice de emergência das plantas, grande variação no porte das mesmas, folhas amarelcidas, sistema radicular raso e raízes tortas.

Tecnicamente, se faz a medição da compactação de um solo ou com determinação da densidade aparente do mesmo ou então da resistência à penetração.

Em relação a densidade aparente do solo, métodos físicos de análise do solo, são frequentemente usados na determinação desse parâmetro.

Jorge (1986), citando Raghavan et alii, mostra que para os solos argilosos do Canadá, a produção de milho foi de 14.000 kg/ ha, com uma densidade aparente de 0,83 g/cm e apenas 10.500 kg/ha quando a densidade aparente subiu para 1,3g/cm de solo.

Uma outra forma de se medir compactação de solos é através de penetrômetros, que podem ser estáticos ou de impacto, os quais mostram o maior ou menor grau de resistência à penetração, diagnosticando além da compactação, também a

profundidade em que se encontra.

Os penetrômetros estáticos tem a desvantagem de não se conseguir condições iguais em cada determinação, em virtude da dificuldade do operador forçar a penetração da haste.

O penetrômetro de impacto desenvolvido para que se meça o número de impactos necessário a uma certa penetração, tem como vantagens, o custo relativamente baixo e tecnicamente o impacto é conseguido em função de um peso de curso constante.

Devemos lembrar que determinações com penetrômetros de impacto devem sempre estar relacionadas com a umidade do solo, principalmente quando se comparam resultados de diversos períodos do ano.

4.3.3. Salinização dos solos

Os minerais solúveis em água, pertencentes à rochas intemperizadas, presentes no solo ou na sua solução, constituem importantes partes do ambiente, no qual existe crescimento de plantas.

A quantidade de sais na solução do solo ou sódio na fração trocável do mesmo, quando em excesso, ocasionam problemas de salinidade.

A salinidade dos solos pode ocorrer ou naturalmente, tendo sido originada nas eras geológicas passadas ou mais recentemente, como um problema decorrente da prática de

irrigação de projetos agropecuários, em solos de climas áridos ou semi-áridos de preferência.

Segundo dados do World Resource (1987), 30 a 40 % da área irrigada do Egito tem problema de salinidade, o mesmo acontece com os EUA, onde essa preocupação é de 20 a 25% , com a Índia 27%, Colômbia com 20%, além de Austrália, Portugal e Espanha todos com 10 a 15% da área irrigada com problema de salinidade.

Segundo Reeve e Fireman, (s.d.), estima-se que um terço da área agricultável da terra, esteja em climas áridos ou semi-áridos e que cerca de somente 3% das mesmas são irrigadas. Isso equivalia à aproximadamente 220 000 000 ha em 1986 segundo dados do World Resource (1987), que estão sendo irrigados e que necessitam de acompanhamento e avaliação constante para não haver desenvolvimento do processo de salinização o que resultaria em impacto ambiental irreversível.

Os fatores que interferem nas características das águas para irrigação, segundo Schalhevet e Kamburov (1976) são:

a) Clima: regiões onde há grande quantidades de chuva, conseqüentemente com grande lixiviação, não há problema de salinidade quando comparadas com regiões onde a chuva é pouca. No Canadá, onde existe chuva necessária para lixiviação, os solos possuem uma condutividade expressa em 2 mmhos/cm, enquanto que na Índia, com baixa pluviosidade, as próprias águas usadas para irrigação, contem até 5 ppm de sal, o que equivale à uma condutividade de 9mmhos/cm.

b) Solos: a textura e a estrutura do solo afetam a capacidade de retenção da água e a permeabilidade do mesmo, aumentando a velocidade e eficiência da lixiviação com relação aos sais.

c) Métodos de irrigação: os autores avaliam três métodos de irrigação, ou seja, inundação de sulcos, aspersão e gotejamento. Os resultados mostram que o pior deles é o de aspersão, pois possibilita encharcamento com maior evaporação e aumento de salinidade. O melhor método é o gotejamento, pois além de proporcionar somente a água necessária à planta, também só atinge vinte centímetros mais ou menos, camada essa bastante lixiviada.

Medidas de salinização

O laboratório de salinidade dos EUA, sugere classificar os solos com respeito à tal determinação, em função da relação entre condutividade elétrica de saturação do solo (EC) e a porcentagem de sódio trocável (ESP), conforme escala abaixo:

1) não salino, não sódico	EC < 4	ESP < 15
2) salino	EC < 4	ESP > 15
3) sódico salino	EC > 4	ESP > 15
4) sódico	EC < 4	ESP > 15

Na Austrália, usa-se uma escala baseada no teor de cloreto de sódio (NaCl):

a) não salino = < 0,1% de NaCl no solo de superfície e < 0,2% de NaCl no sub-solo.

b) salinidade superficial = > 0,1% de NaCl no solo

grosseiro de superfície e > 0,2% de NaCl no solo fino de superfície.

c) sub-solo salino = solo de superfície não salino e com > 0,3% de NaCl no sub-solo.

Para se ter idéia da preocupação que países tem com esse problema, a título de exemplo, a Austrália faz mensalmente análises de condutividade elétrica, cloro e sólidos solúveis totais; a Grécia faz análises de 6 000 amostras/ano, análise estas tidas como completas onde se analisa Ca , Mg , Cl , SO , HCO , CO , além da condutividade elétrica e sólidos solúveis totais. Israel faz análises completas quatro vezes ao ano.

4.3.4. Poluição do solo

Quando se refere a poluição do solo, basicamente se fala em resíduos, tanto de fertilizantes, como também de herbicidas, praguicidas, fungicidas ou seja agrotóxicos em geral.

A atividade biológica de um solo é mais acentuada nas camadas superficiais, pois toda a parte orgânica viva, bem como as raízes da maioria das culturas se encontram nos primeiros 60 cm de profundidade. Portanto o uso de substâncias químicas, que podem ou não poluir, devem ter sua colocação, calcada em um embasamento técnico que possibilite minimizar o seu efeito maléfico e maximizar o efeito benéfico.

Quando se refere a agrotóxicos e solo, deve-se estar atento para três características que são: persistência,

toxicidade e seletividade.

A persistência dos elementos químicos, depende das suas próprias propriedades físico químicas, do tipo, da umidade, temperatura e microorganismos do solo, cobertura vegetal, intensidade de uso e modo de formulação dos mesmos.

Com relação à toxicidade, podemos dizer que ainda é bastante controverso no caso de agrotóxicos em geral pois acredita-se que há necessidade maior de pesquisas que não só mostrem o poder tóxico do elemento ou composto, mas que relacione tal característica com relação às doses empregadas e seu efeito acumulativo ou não, bem como sua interferência em plantas e no homem.

A seletividade é um avanço da produção de agrotóxicos que acreditamos já vem minimizar o impacto advindo dessas aplicações.

Em função dos resíduos provenientes de agrotóxicos em geral, as suas propriedades mais importantes em relação ao ambiente são estabilidade química e solubilidade.

A estabilidade química é uma característica desejável do ponto de vista agrônômico e é indesejável do ponto de vista da ecologia, por causa da tendência de alguns resíduos, se acumularem chegando à níveis de alta poluição.

Com relação à solubilidade é sabido que os mais insolúveis são os mais persistentes, porque não são facilmente lixiviados ou absorvidos.

Paschoal (1979) nos mostra como exemplos que

solos arenosos de terras virgens possuem teor de chumbo na ordem de 8 a 20 mg/Kg enquanto que em solos agricultáveis esse teor chega a 300 mg/Kg. Diz também que a contaminação de chumbo, via agricultura, não passa presentemente de 10% do total ingerido com alimento, água e ar nos Estados Unidos da América.

No Japão os alimentos parecem ser a mais importante fonte de contaminação de mercúrio. Amostras de arroz revelam de 0,2 a 1,0 mg/Kg de mercúrio.

Os resíduos mais comuns no solo são os de organoclorados DDT e Dieldrin, enquanto que os organofosforados decompõem-se facilmente.

Com relação aos resíduos provenientes de agrotóxicos em geral, só se pode detectá-los com auxílio de análises químicas, procurando determinar quantidades que possam interferir na produção de modo negativo ou tóxico.

A grande preocupação com agrotóxicos e o solo, deve ser de toda a sociedade, pois há necessidade de se determinar parâmetros que mostrem a existência ou não de poder residual dos mesmos, para que se possa definir toxicidade desses elementos com relação ao ser humano.

Somente se consegue uma implantação bem feita, de um projeto agropecuário, através da determinação, dos elementos vitais à nutrição das plantas, por análise química. Essa detecção é feita através de métodos usuais de análise química e podem dar indicativos que possibilitem saber da capacidade do solo suprir as necessidades da cultura que aí será colocada.

Os resíduos provenientes de fertilizantes químicos podem permanecer nas camadas superficiais como o fósforo que é de pouca mobilidade e só é perdido pela arrastamento do solo através de erosão. Esses mesmos resíduos podem ser de elementos que tem grande mobilidade e nesse caso podem perder-se ou por lixiviação para as camadas mais profundas atingindo o lençol freático (águas profundas) ou através de "runoff", nesse caso atingindo águas superficiais ou então se perdem por volatilização. Um exemplo bastante explicativo desse segundo caso é o nitrogênio.

Os impactos ambientais resultantes das adubações podem ser benéficos quando se procura somente aplicá-los em doses suficientes para nutrição da planta. Podem entretanto ser negativo quando se coloca quantidade em excesso produzindo resíduos que ainda não conhecemos o limite tóxico.

4.3.5. Interferência no ciclo hidrológico

A interferência no ciclo hidrológico ocorre tanto na qualidade como na quantidade da água.

A avaliação da qualidade da água é necessária, não para determinar o seu estado atual, mas em que níveis deveria estar para atender as necessidades da comunidade.

A qualidade da água é medida em função do acúmulo de elementos ou compostos desses elementos, que são resíduos de fertilizantes, praguicidas, herbicidas, ou seja, agrotóxicos de um modo em geral.

Essa qualidade é facilmente detectada, com o monitoramento constante, através de análises químicas de parâmetros como condutividade, pH, alcalinidade, oxigênio dissolvido, dureza, silicatos, materiais em suspensão, nitrogênio, amônia, nitritos e nitratos, fósforo solúvel e total, demanda biológica de oxigênio, e quantidades de coliformes fecais.

Todos esses parâmetros, quando detectados devem ser comparados com padrões determinados para classificação das águas contida na resolução CONAMA No 20 de 18 de junho de 1986. Essa resolução classifica a água segundo seus usos preponderantes em nove classes distribuídas pelos três tipos ou seja doces, salobras ou salinas.

Como exemplo, podemos citar que uma água da classe I utilizadas para irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas que se desenvolvam juntas ao solo, e que são consumidas em natura devem conter no máximo: 200 coliformes fecais por 100 ml; DBO(5 dias a 20 C) até 3 mg/l de O₂, Oxigênio dissolvido não inferior à 6 mg/l de O₂, pH entre 6,0 e 9,0; e os níveis máximos de substâncias prejudiciais como cianetos 0,01 mg/l Cn; chumbo 0,03 mg/l Pb, fósforo total 0,025 mg/l P etc.

Com relação a parte quantitativa, o ciclo hidrológico tem sofrido grandes alterações, em função de diferentes formas de interferência humana sobre o ambiente, como por exemplo, construções de grandes cidades, drenagem de grandes áreas alagadas, devastação de florestas e vegetações naturais,

construções de represas, etc.

O ciclo hidrológico, tem nos fenômenos de evaporação e precipitação, os seus principais elementos responsáveis pela contínua circulação da água na terra. Todavia, fenômenos como evapotranspiração, interceptação de chuvas, infiltração, absorção e escoamento superficial, também influem decisivamente no ciclo.

A evapotranspiração, a interceptação e a absorção, estão intimamente ligadas ao tipo de cultura que se coloca em um determinado ambiente.

Com relação a interceptação, dados de Poore e Freire (1985), mostram diversas espécies, com diferentes níveis conforme quadro 9 abaixo:

Quadro 9 - Níveis de interceptação de água de chuva de diferentes espécies usadas em reflorestamento

Espécies	Interceptação (%)
Eucalyptus hybrids	11,65
Eucalyptus saligna	12,20
Pinnus caribaea	6,60
Eucalyptus hybrids(tereticornis)	22,90

Estudos mais avançados como mostra Miranda (1983), dizem da necessidade de se ter também medidas de resistência estomática e aerodinâmica, que facilitam determinar condições de suporte do ponto de vista hídrico, para as plantas. Quanto menor a resistência aerodinâmica e estomática, maior a evapotranspiração e conseqüentemente maior necessidade de água para suprimento da cultura.

A infiltração e os escoamentos superficiais e subterrâneos, são influenciados pelo clima (regime hídrico principalmente) e a topografia . Essas características podem ocasionar, no caso da infiltração, a lixiviação de resíduos tanto de produtos químicos como de fertilizantes, ocasionando acumulação dos mesmos em águas profundas ou lençóis freáticos, poluindo-os.

Segundo Sanchez (1976), os dados de perda de temperadas se encontram no quadro 10 a seguir: .

Quadro 10 - Perda de nutrientes (Kg/ha) e água (mm) por
lixiviação em diversas localidades com coberturas
vegetais e precipitações diferentes.

LOCALIDADE	COBERTURA VEGETAL	PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm)	LIXIVIAÇÃO: ANUAL(mm)	NUTRIENTES LIXIVIADOS (kg/ha)				
				N	P	K	Ca	Mg
SENEGAL	cultivado	600	118	6	0.13	8	31	12
COSTA MARFIN	borracha	1.569	845	79	2.90	63	31	40
COSTA MARFIN	bananas	2.040	828	235	1.20	24	256	113
FILIPINAS	arroz	2.000	1.248	11	0.13	60	391	313
COLOMBIA	limpo	2.530	1.771	249	0.23	202	776	232
COLOMBIA	pastagem	2.530	1.490	204	0.21	163	878	251
NOVA IORQUE	limpo	810	623	62	TR *	65	358	17
NOVA IORQUE	cultivado	810	467	7	TR *	51	207	40

* TR = Traços

Através do "runoff" também há perda de elementos ou compostos provenientes de fertilizantes, herbicidas ou praguicidas em geral, acarretando nesse caso poluição de águas superficiais.

Dados de Sanchez (1976) mostram que a cultura também influe no escoamento superficial ou subterrâneo conforme dados de três localidade do oeste africano do quadro 11:

Quadro 11 - Influência da cobertura vegetal no "runoff" em três localidades do oeste africano.

Localidade	Precipitação Anual (mm)	"runoff" (% da precipitação)		
		Área c/ floresta	solos cultivado	solo limpo
Sefa (Senegal)	1300	1	21,00	40,00
Bovake (Senegal)	1200	3	01.26	15.30
Abidjan (Costa Marfin)	2100	1	05.20	38,00

Mostra também dados de Juarez de Castro e Rodrigues (1985 e 1988), onde em solos da Colômbia, com diversas culturas, e precipitação anual de 2775 mm, média de seis anos, ocorre a seguinte perda de água e quantidades de nutrientes conforme quadro 12 abaixo:

Quadro 12 - Perda de água (mm) e nutrientes (Kg), em solos da Colômbia, com diferentes cultivos.

Culturas	"runoff" (mm)	Nutrientes (Kg/ha)				
		K	P	K	Co	Mg
Solos limpos	1.730	25	0.98	24	238	152
Pastagem	513	7	0.15	6	25	26
Cafezal jovem	190	8	0.14	2	6	7
Cafezal velho	59	1	0,08	1	2	2

A existência de indicadores biológicos podem mostrar níveis de qualidade da água em diversos lugares do mundo, mas infelizmente não servem para as condições brasileiras e ainda não temos pesquisas suficientes para tais determinações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo o Brasil um país com grande aptidões agrícolas, a preocupação com os impactos ambientais causados pelos projetos agropecuários deve ser cada vez mais intensificada.

Existe uma grande carência de pesquisas que forneçam dados ou subsídios para que tenhamos maior aprofundamento e número de indicadores, para melhor definição e quantificação da maioria dos impactos provenientes de um projeto em desenvolvimento ou a desenvolver.

O desenvolvimento e adaptação de pesquisas que visem novas tecnologias é um trabalho bastante árduo, uma vez que, sendo o país de dimensões continentais, com condições edafoclimáticas e socio-econômicas bem diferentes é necessário

um grande número de parâmetros que represente a realidade de cada ecossistema em questão.

Somente trabalhos futuros, com embasamento técnico mais aprofundado, fornecido por essas novas pesquisas, podem aperfeiçoar cada vez mais este, que acreditamos seja um marco inicial, talvez se possa usar a avaliação de impacto ambiental de projetos agropecuários como um procedimento de rotina no planejamento e desenvolvimento da agricultura nacional.

Tabela 1 : Evolução da Área Plantada com a Cultura da Cana-de-Açúcar no Brasil.

ANO	ÁREA (ha)	ÍNDICE
1972	1.541.033	100
1973	1.624.376	105
1974	1.720.700	111
1975	1.932.641	125
1976	2.031.537	132
1977	2.176.218	141
1978	2.368.669	154
1979	2.498.026	162
1980	2.675.646	174
1981	2.919.527	189
1982	3.362.900	218
1983	3.720.300	241
1984	3.867.200	251
1985	4.165.300	270

TABELA 2 : Evolução do rendimento agrícola da cultura de Cana-de-Açúcar em 1970 e 1980.

PAIS	Rendimento Agrícola (t/ha)	
	1970	1980
BRASIL	48.00	56.19
CUBA	55.65	52.31
ARGENTINA	45.02	54.76
USA	92.53	86.04
AUSTRALIA	80.00	82.10
MAURICIUS	63.68	75.00

TABELA 3 : Evolução da Area Plantada pela Exploração Agrosilvopastoril entre 1970 e 1980.

A N O S EXPLORAÇÃO AGROSILVOPASTORIL	1970 (ha)	1980 (ha)	1980/1970 %
SISTEMA AGRICOLA	33.983.800	49.184.200	44
PASTAGENS FORMADAS	29.732.300	68.682.200	104
REFLORESTAMENTO	1.658.200	5.815.700	282
TOTAL	65.374.300	114.722.100	75

TABELA 4 : Comparação entre a Expansão da Fronteira Agrícola entre 1970 e 1980 e as Diversas Áreas abaixo.

	ÁREA (Km ²)	%
EXPANSÃO DA FRONTEIRA AGRÍCOLA ENTRE 1970 E 1980	493.478	-
ÁREA TERRITORIAL DO BRASIL	8.400.000	5,87
AMAZONIA LEGAL	5.010.431	9,90
ALTERAÇÃO NA COBERTURA VEGETAL DA AMAZONIA LEGAL EM 1980	120.650	383,58
PARQUES NACIONAIS (1987)	88.763	455,95
RESERVAS BIOLÓGICAS (1987)	20.216	2.341,83
LAGOS DE HIDROELÉTRICAS	29.000	1.681,65

TABELA 5 : Alteração da Área de Vegetação Natural da Amazônia Legal em 1975 e 1989 com Respectivas %.

UNIDADE FEDERATIVA	ÁREA (Km ²)	ALTERAÇÃO DA ÁREA DE VEGETAÇÃO NATURAL (Km ²)			
		1975 *	%	1989	%
ACRE	153.697	1.165	0,76	8.831	5,75
AMAPA	142.358	152	0,11	866	0,61
AMAZONAS	1.567.954	784	0,05	19.468	1,24
TOCANTINS	277.322	3.299	1,19	22.321	8,05
MARANHÃO	257.451	2.941	1,14	88.466	34,4
MATO GROSSO	981.421	9.781	1,00	79.561	8,03
PARA	1.246.833	9.948	0,80	148.836	11,23
RONDONIA	288.379	1.216	0,51	31.395	13,17
RORAIMA	225.817	55	0,02	3.686	1,68
T O T A L	5.818.432	29.341	0,59	394.542	7,87

TABELA 6 : Características de alguns herbicidas

NOME COMUM DOS HERBICIDAS	CLASSE QUIMICA	TRANSPORTE PREDOMINANTE	TOXICOLOGIA		PERSIS- TÊNCIA (DIAS)
			LD 50 (mg/kg)	LC 50 (mg/kg)	
AMETRINA	TRIAZINA	SED + AGUA	1.100	BAIXO	38-90
ATRAZINA	TRIAZINA	SED + AGUA	3.000	12.6	300-50
CIANAZIDA	TRIAZINA	SED + AGUA	334	4.9	-
BENZULIDA	AMIDA	SED	770	0.72	500-70
24 D AMINA	FENOL	AGUA	370	> 15	10-30
24 D ESTER	FENOL	SED	875	45	10-30
DALAPON	AC. ALIFATICO	AGUA	6590	>100	15-30
DIQUAT	CATIONICO	SED	400	123	> 50
DIURON	UREIAS	SED	3400	> 60	200-50
OSMA	ARSENIACAIS	SED	600	> 15	-
GLIFOSATE	ALIFATICOS	SED	4.320	BAIXA	15
MSMA	ARSENIACAIS	SED	700	> 15	-
PARAQUAT	CATIONICOS	SED	150	400	> 50
245 T	FENOL	AGUA	300	167	-
TRIFLURALINA	NITROANILINA	SED	3.700	0.1	120-18

* SED = SEDIMENTO

TABELA 7 : Evolução dos trabalhos de controle Biológico no mundo.

DECADA	CONTROLE BIOLÓGICO		
	C/ SUCESSO TOTAL	C/ SUCESSO PARCIAL	TOTAL
1890-1900	1	1	2
1900-1910	7	4	11
1910-1920	6	8	14
1920-1930	17	11	28
1930-1940	32	25	57
1940-1950	10	12	22
1950-1960	9	5	14
1960-1970	14	0	14
1970-1975	9	5	14

LITERATURA CITADA

- ALLISSON, F. E. (1973). Soil organic matter and its role in crop production. Amsterdam, Elsevier. 637 p.
- ALVES, E. R. (1986). O crescimento da demanda e de produtos agrícolas nos próximos 10 anos. Análise e Conjuntura. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte I (1): 53-56
- AZEREDO, D. F.; GLORIA, N. A. da; MANHAES, M. S. (1983). Efeitos da calagem na cana planta e nas características químicas de dois solos do Estado do Rio de Janeiro. In: Anais do Congresso Nacional da Sociedade de Técnicos Açucareiros do Brasil, 2, Rio de Janeiro.
- BARTELMUS, P. (1986). Environment and development. Winchester Allen & Muwin, 96 p.
- BERTONI, J.; PASTANA, F. I.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI Jr, R. (1972). Condições gerais das pesquisas sobre conservação do solo no Instituto Agronômico. Campinas, IAC, 16 p. (circular, 20)
- BERTONI, J.; BENATTI Jr, R. (1973). Efeito da direção do plantio e dos tratos culturais na produção de milho. In: Anais do XIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Santa Maria- RS.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI Jr, R. (1965). Equação de perda do solo. Campinas, IAC, 25 p. (Boletim Técnico no 21)

- BISSET, R. (1985). Introduction to EIA methods. Proceedings of the Second Kuwait Workshop on Environmental Impact Assessment, 14 - 24 January. Kuwait, 37 p.
- BOLEA, M. T. E. (1984). Evaluacion del impacto ambiental. Fundacion MAPPRE, Madri, 596 p.
- Brasil, Constituição. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Senado federal : Centro Gráfico, XVI, 292 p.
- BRASIL, Decreto-Lei No. 794 de 19 de outubro de 1938. Aprova e baixa o Código de Pesca. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Rio de Janeiro, 21 de outubro 1938.
- BRASIL, Decreto-Lei No. 477 de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Rio de Janeiro 16 de novembro 1965.
- BRASIL, Decreto-Lei No. 248 de 28 de fevereiro de 1967. Institui a Política Nacional de Saneamento. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Rio de Janeiro 28 de fevereiro 1967.
- BRASIL, Decreto-Lei No. 303 de 28 de fevereiro de 1967. Cria o Conselho Nacional de Controle da Poluição Ambiental. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Rio de Janeiro 28 de fevereiro 1967.
- BRASIL, Decreto-Lei No. 1413 de 14 de agosto de 1975. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividade industrial. Diário Oficial da República Federativa do Brasil Brasília 14 de agosto 1975.

BRASIL, Decreto-Lei No.73030 de 30 de outubro de 1975. Cria no Ambito do Ministério do Interior a Secretaria do Meio Ambiente - SEMA - e dá outras providências. Diário oficial da República Federativa do Brasil. Brasília 30 de outubro 1975.

BRASIL,Decreto-Lei No.85698 de 04 de fevereiro de 1981.Estabelece critérios para registro de unidade produtora de álcool hidratado com capacidade de produção até 5.000 litros/dia e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília 05 de fevereiro 1981.

BRASIL, Lei No.538 de 26 de setembro de 1967. Cria o Conselho Nacional de Saneamento. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília 27 de setembro 1967.

BRASIL, Lei No.6938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a política nacional de meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília 02 de novembro 1981.

BRASIL, Resolução CONAMA No. 001/86 de 23 de janeiro de 1986. Estabelece critérios básicos e diretrizes gerais do Rima . Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília 17 de fevereiro 1986.

BRASIL, Resolução CONAMA No.011/86 de 18 de março de 1986. Altera e acrescenta inciso na resolução 001/86. Diário oficial da República federativa do Brasil. Brasília 02 de maio 1986.

- CAIN, S. A. (1970). The Importance of ecological studies as a bases for land use planning. London. Biological Consevation 1 (1): 33-36.
- CATANI, R. A.; ARRUDA, H. C.; PELEGRINO, D.; BERGAMIN Fo.,H. (1959). A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pela cana-de-açúcar Co419 e seu crescimento em função da idade. In:Anais da ESALQ, Piracicaba.16:167-90
- CANTER, L. W. (1986). Environmental impact assessmnet. Mac Graw-Hill, New York.
- CLARK, B. D.; BISSET, R.; WATHERN, P. (1980). Environmental impact assessment. A bibliography with abstract. Mansell&Bowler, Londres. Inglaterra. 515 p.
- CLEMENTS, H. F. (1955). La absorcion e distribuicion del fósforo en la planta de caña de azucar. Agronomia Tropical, Maracay. 5 (1): 3.25.
- CORDERO, D.A.; BATIST, L. F.; GURGEL, M. N.; BITTENCOURT, V.C. (1977). Study by means of labelling techniques on the klinning relation on soils cultivated whith sugar cane.In:Anais of Congress of the International Society of Sugar CaneThecnologists, 16, São Paulo. Proceedings. São Paulo, The Executive Committee of ISSCT. 1978. volume 2 :1011-25.
- DIAS,A. C. do C.P. (1983). Effects of selected land clearing methods in the physical properties of an oxisol in the Brazilian Amazon. PhD Thesis. Reading University, England 188p.

- FASSBENDER, H. W. (1975). Química de suelos ; com enfases em
suelos América Latina. Turrialba, IICA, 398 p.
- FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L.; CAMPOSILVAN, D. (1978). Soil
preparation for sugar cane. Araras, SP, IAA/PLANALSUCAR. 7p.
- FREIRE, O.; PESSOTTI, J. E. S. (1974). Erodibilidade dos solos
do Estado de São Paulo. Anais da ESALQ, Piracicaba, 333-40 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. (1970) .
FAO production yearbook. Roma, 1971, v. 24.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. (1980) .
FAO production yearbook. Roma, 1981, v. 34.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO de GEOGRAFIA e ESTATISTICA. (1970)
Censo Agropecuário: Brasil, Rio de Janeiro, IBGE, 1979, v.II,
299 p.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO de GEOGRAFIA e ESTATISTICA. (1980)
Censo Agropecuário: Brasil, Rio de Janeiro, IBGE, 1984, v. II
t. 3. No.1.
- GALLO, D.et alli. (1978). Manual de entomologia agrícola. São Pau-
lo, Ed. Agronômica Ceres, 531 p.
- GIANOTTI, O.; ORLANDO, A.; PUZZI, D.; CAVALCANTE, R.D.; MELLO Jr,
E. (1972). Noções básicas sobre praguicidas- generalidades e
recomendações de uso na agricultura do Estado de São Paulo. O
Biológico. 38 (8-9): 223-239.

- GOLDEN, L. E. (1961). Nutrient uptake by sugar cane in Louisiana. The Sugar Journal. New Orleans. 23 (11): 22-24.
- HARRIS, W. L. (1971). The soil compaction process. IN: Barnes, K.K.; Corleton, W.M.; Taylor, H.M.; Throckmorton, R.I.; Vandenberg, G.E.; Org. Compaction of Agricultural Soils. Michigan, ASPE, p. 09-44.
- HARTT, C. E.; BURR, G.O. (1965). Factors affecting photosynthesis in sugar cane. IN: Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, 12. San Juan. Proceedings. Amsterdam Elsevier. 1967, p. 590-609.
- HERR, J. E.; HAGERTY, D. J. (1977). Environmental assessment and statements. Vand Nortrand Reinold, New York, EUA.
- HOFFMAN, R.; KASSOUF, A. L. (1989). Produção e modernização da agropecuária em 332 micro-regiões homogênicas. Departamento de Economia e Sociologia Rural. ESALQ/USP, Piracicaba.
- HUMBERT, H. P. (1968). The growing of sugar cane. Amsterdam, Elsevier. 779 p.
- HUMBET, H. P. (1976). El cultivo de la caña de azúcar. Mexico, Continental, 719 p.
- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba, SP. (1972). Relatório Anual 1972 Rio de Janeiro, 32 p.
- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba, SP. (1973). Relatório anual 1973 Rio de Janeiro, 64 p.

- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba,SP.(1974). Relatório Anual 1974
Piracicaba, 68 p.
- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba,SP.(1976). Relatório Anual 1975
Piracicaba, 68 p.
- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba,SP.(1977). Relatório Anual 1976
Piracicaba, 88 p.
- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba,SP.(1978). Relatório Anual 1977
Piracicaba, 100 p.
- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba,SP.(1979). Relatório Anual 1978
Piracicaba, 88 p.
- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba,SP.(1980). Relatório Anual 1979
Piracicaba, 100 p.
- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba,SP.(1981). Relatório Anual 1980
Piracicaba, 116 p.
- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba,SP.(1982). Relatório Anual 1981
Piracicaba, 165 p.
- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba,SP.(1983). Relatório Anual 1982
Piracicaba, 168 p.
- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba,SP.(1984). Relatório Anual 1983
Piracicaba, 164 p.
- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba,SP.(1985). Relatório Anual 1984
Piracicaba, 166 p.

- IAA/PLANALSUCAR.SUPER, Piracicaba,SP.(1986). Relatório Anual 1985
Piracicaba, 168 p.
- JORGE, J. A. (1986). Física e manejo dos solos tropicais. Campinas. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 328 p.
- LAL, R.; CUMMINGS, D. J. (1978). Clearing a tropical forest. I Effects on soil and microclimate. Field Crops Res.; Elsevier. Amsterdam, 2: 91-107.
- LEITE, L. L. (1989). Metodologias para avaliação de impacto ambiental e recursos naturais renováveis. Palestra proferida no Curso de Avaliação de Impacto Ambiental- Goiânia 23 a 26 de nov (mimeografado) 15 p.
- LEOPOLD, L. et alli (1971). A procedure for evaluating environmental impact. A US Geological Survey Circular 645. US Geological Survey. Washington, D.C., EUA.
- LOMBARDI, A. C.; CARVALHO, L.C.C. (1981). Agricultura energética e produção de alimentos; possibilidades de compatibilidade. Boletim Técnico Planalsucar. Piracicaba, (5) 5-28.
- MARTINES, M. B.; LUGO-LOPES, M. A. (1953). Influence of sub-soil shattering and fertilization on sugar cane production and soil infiltration capacity. Soil Science, 75 (4): 307-315.
- MATSUMARA, F. (1976). Toxicology of inseticides. Plenum Press New York, EUA, 503 p.

- MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W.W.
(1974). The limits to growth. Pan Books, London : 205 p.
- MENDES, R. C. A. (1989). Restrições físicas ao crescimento radicular em Latossolo muito argiloso. Tese de mestrado, Universidade de Brasília, 80 p.
- MIRANDA, A. C. et alii (1983). Tranpiration and evaporation from heather moorland. Depart of Forest and Natural Resources. The University of Edinburg. King's Buildings p 227-273.
- MUNN, R. E. Editor (1975). Environmental impact assessment. Principles and procedures. Scope 5. Report, 2n ed. John Wiley. Chichester. Inglaterra.
- ODUM, E.P. (1985). Ecologia. tradução C. J. Tribe, Rio de Janeiro. Discos CBS. 434 p.
- ORLANDO FILHO, J. (1983). Solos de cana-de-açúcar no Brasil, Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR, cap 3 41-73 p.
- ORLANDO FILHO, J. (1980). Relatório de viagem de estudos realizada à Africa do Sul, Filipinas, Hawai e Louisiana. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR. 149 p.
- PASCHOAL, A. D. (1978). Pragas, praguicidas e a Crise Ambiental; problemas e solução. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas 98 p.
- POORE, M.E.D.; FREIRE, C. (1985). The ecological effects of eucalyptus. FAO, Roma, 88 p.

- PORTER, A.; ROSSINI, F.A. (1980) Technology Assessment/Environmental impact assessment : Toward integrated impact assessment. IEEE vol.smc-10, no 8.
- RAO, J. G.; WOOTEN, D.C. (1980). Environmental impact analysis Handbook. Macgree-Hill. EUA
- REEVE, R. C.; FIREMAN, M. (s. d.). Salt problems in relation to irrigation. In: Irrigation Management, 997 -1008 p.
- RESK, D. V. S. (1981). Parâmetros conservacionistas dos solos sob vegetação de cerrado. EMBRAPA, CPAC, 39 p. (Circular Técnica No.6).
- RIGHI, J.C.; POLI, D.M.; RODRIGUES, J.C.S.; BITTENCOURT, V. C.de (1979). Levantamento e interpretação de dados físicos de solos. Boletim Técnico Coopersucar, São Paulo (9): 10-3 .
- SANCHEZ, P. A. (1976). Properties and management of soils in the tropics. Wiley-interscience, USA, 620 p.
- SCHALHEVET, L.; KAMBUROV, J. (1976). Irrigation and salinity. The world-wide survey. Nova Dehli. India 105 p.
- SEIXAS, B. C. S. (1984). Fundamentos do manejo e conservação do solo. Salvador, UFBA, 304 p.
- SECRETARIA ESPECIAL DO MEIO AMBIENTE (1990). Resoluções do CONAMA 1984/90. 3ª ed. Brasília, IBAMA, 232 p.

- SOBRAL FILHO, R. M.; MADEIRA NETTO, J.S.; FREITAS, P.L.; SILVA, R. L. P. (1980). Práticas de conservação do solo. Rio de Janeiro, EMBRAPA, 88 p. (SLNCS, série Miscelânea, 3).
- SOUZA, M. A.de; MELO, J. C. de (1977). Manejo e preparo do solo. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5 (50) : 19-20.
- STOLF, R. (1986). Grades : sua classificação e função na cultura canavieira. Açúcar e Alcool, São Paulo 6 (28) : 36-44.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME (1978). Draft guidelines for assessing Industrial Environmental Impact and Environmental Criteria for the siting of Industry. UNEP Industry and Environmental Office, Paris, France.
- VEIHMEYER, F. J.; HENDRICKSON, A. H. (1948). Soil density and root penetration. Soil Science, Baltimore, 65: 487-493
- VERDOLIN, H.; PORTO, R. P.; KNAPPER, C. F. U. (1981). Medição direta da erosão laminar em solos agrícolas pelo método de hastes metálicas. In III Congresso Brasileiro de Conservação dos solos. Brasília, 1980 , 14 p.
- WARNER, M. L. et alii (1974). An assessment methodology for the environmental impact of water resource projects. Report in EPA-600/5-74-016. BATTELE. COLUMBUS, OHIO. EUA.
- WORD RESOURCE (1987). A report by the International Institute for Environment and Development and the World Resource Institute. New York, Basic Books, 369 p.

ZAMBELLO Jr, E.; ORLANDO FILHO, J, (1981). Adubação da cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil. Boletim Técnico Planalsucar. Piracicaba, 3 (3) : 1-26.

ZAMBELLO Jr, E.; ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N. (1983). Conservação de solos em cana-de-açúcar. Boletim Técnico PLANALSUCAR Piracicaba 5 (2) : 1-24.