

ok
P. ...
Manaus

CONGRESSO

NECESSIDADES, PESQUISAS E ESTRATEGIAS PARA O
DESENVOLVIMENTO AUTO-SUSTENTAVEL DA AMAZONIA

OCUPAÇÃO HUMANA E MONITORAMENTO AMBIENTAL NA AMAZONIA

→ Dr. Evaristo Eduardo de Miranda

Manaus
1989

CNPq - MEC - PNUD - MINC - UNIP

OCUPAÇÃO HUMANA E MONITORAMENTO AMBIENTAL NA AMAZONIA

RESUMO

A expansão e intensificação da ocupação do território amazônico, nos últimos 20 anos, foi marcada por impactos ambientais de natureza e magnitude inéditas. Esses impactos, sempre inerentes ao processo produtivo e de consumo, poderiam ser vinculados a três tipos principais de atividades: agro-silvo-pastoris, energético-mineradoras e industriais-urbanas. Paralelamente, o Brasil desenvolveu e dispõe atualmente de uma invejável estrutura em termos de recursos tecnológicos modernos (sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas, bancos de dados geoambientais informatizados, etc.) para monitorar a Amazônia de forma mais eficaz e a custos mais reduzidos, principalmente no tocante ao impacto ambiental das atividades humanas. Diante desse quadro parece urgente des-setorializar a questão ambiental, que deve ser assumida como parte integrante e fundamental de toda as ações de desenvolvimento, tanto pela iniciativa privada como pelo setor público. Ela não pode, nem deve ser a atribuição de um único órgão federal ou estadual. No tocante ao monitoramento dos impactos ambientais das atividades agrícolas, a EMBRAPA criou o Núcleo de Monitoramento Ambiental e dos Recursos Naturais por Satélite - NMA. A pesquisa agropecuária agrega, às suas prioridades tradicionais de busca de aumento da produção e produtividade agrícola, a meta da proteção ambiental. A equipe do NMA está desenvolvendo vários trabalhos de monitoramento, modelização e avaliação do ambiental das atividades agrícolas em Roraima, Acre, Rondônia e Tocantins, em colaboração com instituições da Amazônia. A descentralização das ações de monitoramento ambiental deve ser acompanhada de uma organização sistêmica dos organismos envolvidos e de investimentos contínuos em capacitação de recursos humanos e pesquisas, modernizando as estruturas já existentes.

OCUPAÇÃO HUMANA E MONITORAMENTO AMBIENTAL NA AMAZONIA

SUMARIO

RESUMO

- 1- Números e Desafios da Ocupação Humana na Amazônia
- 2- Recursos Tecnológicos Modernos para Monitorar a Amazônia
- 3- Requisitos para um Monitoramento da Ocupação Humana na AM
- 4- Satélites e Monitoramento da Agricultura na Amazônia
- 5- Conclusões
- 6- Bibliografia

OCUPAÇÃO HUMANA E MONITORAMENTO AMBIENTAL NA AMAZONIA

Dr. Evaristo Eduardo de Miranda(*)

1- Números e Desafios da Ocupação Humana na Amazônia

Durante séculos a penetração humana de colonização, nessa região com cerca de 5 milhões de km², se processou basicamente através dos rios. Pouco numerosa, a população se manteve ligada ao extrativismo vegetal (borracha, madeira, castanha do Pará e juta), animal (caça e pesca) e mineral (pequenos garimpos), conhecendo vários ciclos de expansão e declínio. Sem maiores impactos ambientais, mas também sem desenvolvimento econômico ou social durável.

A construção de Brasília e da rodovia de ligação com Belém marcou o início de uma nova fase de ocupação, cujo auge de expansão será marcado pela construção e asfaltamento de estradas como a BR-364 ligando o Mato Grosso a Rondônia e ao Acre e a Transamazônica.

A política de incentivos fiscais da SUDAM viabilizou 112 grandes projetos agropecuários entre 1978 e 1988, ligados a pólos de desenvolvimento apoiados por empréstimos internacionais. A criação da zona franca e industrial de Manaus marca essa segunda etapa.

As atividades extrativistas caem em importância relativa e são substituídas pela expansão da agropecuária, pela exploração e transformação industrial de minérios - como no caso do Projeto Grande Carajás.

Cerca de 45% do potencial hidroelétrico do Brasil está na Amazônia, e com financiamento internacional foram realizados grandes empreendimentos hidroelétricos como Tucuruí no Pará, Balbina no Amazonas e Samuel em Rondônia, gerando mais de 4000 MW e, simultaneamente, graves impactos ambientais.

O processo desencadeado atraiu milhares de pequenos agricultores sem terra, principalmente das regiões sul e sudeste do país (70% da migração). Eles migraram para a fronteira agrícola e lhe conferem uma grande dinâmica marcada por desmatamentos e queimadas.

Em 1987 cerca de 20 milhões de hectares foram queimados na região, entre florestas, cerrados e áreas agrícolas. Em 1988, esse número caiu para 12 milhões de hectares, provavelmente devido, entre outros fatores, ao "arquivamento" da reforma agrária pela nova constituição. Apesar de 75% dos solos da Amazônia serem de baixa ou muito baixa fertilidade, a expansão recente da agricultura ocasionou o desmatamento de pelo menos 251.500 km², conforme o calculado pelo INPE, a partir de imagens recentes do satélite Landsat.

(*) Doutor em Ecologia, professor do Departamento de Ecologia da USP e Chefe do Núcleo de Monitoramento Ambiental e de Recursos Naturais por Satélite (NMA) da EMBRAPA

A proliferação de garimpos contamina cada vez mais os rios com mercúrio, principalmente o Madeira e o Tapajós, pertencentes à bacia amazônica, que contribui com 16 a 18% da água doce que chega nos oceanos. A atividade garimpeira abriu frentes pioneiras em Roraima invadindo a área indígena Ianomami e poluindo rios como o Mucajai, o Urariquera e o Catrimani.

A região possuía no começo do século cerca de 200 línguas indígenas diferentes. Hoje assiste-se à invasão de reservas e ameaças de extermínio das tribos sobreviventes. Cerca de 80.000 sítios arqueológicos podem ser inundados nos próximos 20 anos, sendo 16.000 por hidroelétricas iniciadas ou em operação.

Formada há cerca de 50 milhões de anos, provavelmente com aporte de nutrientes exógenos via ventos aliseos, a floresta representa um estoque de 8% do carbono da biosfera. Entretanto, somente 5% da área de mata está protegida como reserva ou parque

Gigantesco sistema de transferência de calor, - ar condicionado da Terra -, a região amazônica contribui em cerca de 5% no aquecimento das regiões temperadas. Sem a floresta, o Brasil seria mais quente e as zonas temperadas mais frias. As perdas biológicas: inestimáveis.

As graves consequências ecológicas e sociais desse processo de ocupação predatória e desordenada preocupam hoje o Brasil e o mundo. Os mecanismos que incentivaram essa segunda fase de ocupação da Amazônia e elevaram sua população para mais de 15 milhões de habitantes, hoje tendem a ser suspensos pelo Governo Federal. Eles precisam ser extintos ou redirecionados. Hoje, pela primeira vez, o Brasil discute e busca com dificuldade definir uma nova etapa de ocupação que supere os erros do passado.

O país tem, além da soberania política sobre a região, o dever de ampliar sua soberania científica, tecnológica e econômica. O país tem os quadros para conhecer e planejar melhor o futuro da região, que aguarda conhecer uma nova etapa em sua história onde se buscará, não somente na retórica, conciliar produção e preservação.

O desafio é triplo: as áreas preservadas, as áreas de fronteira agrícola e as áreas devastadas.

AREAS PRESERVADAS

Em primeiro lugar: como impedir que os mais de 90% de floresta ainda preservados não sofram o mesmo processo de erradicação?

AREAS DE FRONTEIRA AGRICOLA

Em segundo lugar: como administrar a tensa área da fronteira econômica, basicamente agropecuária e mineração, já que contingentes humanos chegam continuamente? Como conciliar desenvolvimento econômico com proteção ambiental?

AREAS DEVASTADAS

E em terceiro, pouco lembrado: como restaurar o potencial biológico e produtivo das imensas áreas já devastadas, cerca de 400.000 km² de cerrados, campos e florestas, e dos quais ninguém fala?

Apesar das dificuldades, várias estratégias podem ser esboçadas e aplicadas no futuro a cada um desses desafios, mas numa visão mais abrangente do problema. A questão da preservação ambiental na Amazônia, e no país, não pode nem deve ser atribuição de um só órgão ou ministério. Ela deve estar integrada a própria concepção do desenvolvimento, nas metas de todos os ministérios, governos e em suas ações. Ela precisa ser incorporada, como vem sendo de forma ainda tímida, pelo setor privado, em todas suas atividades. Esse é o tratamento que países desenvolvidos ou mesmo subdesenvolvidos, como o Quênia e a Tailândia, vem dando ao problema, com resultados positivos.

A questão do monitoramento ambiental é apenas um dos aspectos da complexa problemática da ocupação territorial, mas seu desenvolvimento poderá dar contribuições significativas para um correto equacionamento dos problemas atuais.

2 - Recursos Tecnológicos Modernos para Monitorar a Amazônia

Grande parte do sucesso obtido nos países desenvolvidos em torno da problemática do monitoramento ambiental, sobretudo no sentido de evitar novos problemas e minimizar os já existentes, foram obtidos, também, graças a utilização adequada de recursos tecnológicos modernos de monitoramento ambiental.

O sensoriamento remoto, a informática, a telecomunicação, as bases de dados interligadas, os processos de avaliação de impacto ambiental e o aperfeiçoamento dos métodos laboratoriais de análises físico-químicas e biológicas foram aliados a um grande esforço de capacitação de recursos humanos.

Monitorar a ocupação e o uso dos territórios nacionais se tornou, para numerosos países, uma questão da mais primordial importância. Essa preocupação esteve na origem e na orientação de programas como os ligados as atividades aeroespaciais, sistemas de controle ambiental e informática aplicada.

A dinâmica espaço-temporal das atividades produtivas, num imenso território como o da Amazônia, carente de infraestruturas e de recursos humanos e logísticos, tornaria redibitória qualquer tentativa de um monitoramento circunstanciado e operacional dos processos em curso por métodos tradicionais. Mas, o desenvolvimento crescente e constante de técnicas, tecnologias, instrumentos e métodos de monitoramento aerotransportado e orbital, combinado a um conjunto análogo de recursos de aquisição e telecomunicação de dados vem ampliando o horizonte do monitoramento ambiental remoto e o campo da ecologia aplicada (SCHLESINGER 1989).

Preliminarmente, o termo monitoramento ambiental remoto pode ser aplicado às técnicas e métodos de obtenção de informação sobre a superfície da Terra e o meio ambiente através de aeronaves ou satélites (HILTON & MORGAN 1987), apesar de sempre existir uma importante componente de verificação terrestre. No campo espacial o contínuo desenvolvimento dos satélites de observação da Terra permitiram a obtenção de informações de qualidade e em quantidade antes impraticáveis por métodos tradicionais. Com o programa EOS essas informações serão ampliadas de forma considerável. Cada imagem de satélite permite hoje uma visão instantânea de uma vasta região: um terço da Terra nas imagens do GOES e cerca de 34.000 km² com o LANDSAT, por exemplo. Além disso, essas imagens possuem uma resolução espacial cada vez maior: 30 m no LANDSAT TM dos EUA, 20 m nas imagens multiespectrais e 10 m nas pancromáticas do satélite SPOT e 5 m nas fotografias orbitais dos satélites da série COSMOS da URSS, comercializados pela Sociedade Soyuzkarta. O futuro satélite francês Helios terá uma resolução de 2m.

O Brasil tem tentado acompanhar essa evolução. Paralelamente ao desenvolvimento desses sistemas de observação da Terra, instalaram-se importantes estruturas de recepção, armazenamento e tratamento de dados - como os sistemas de tratamento de imagens e os sistemas de informação geográfica - que permitem hoje a integração de informações numéricas, gráficas e cartográficas, bem como a elaboração de modelos e algoritmos para geração de aplicações e serviços. No campo das aplicações multiplicaram-se os laboratórios de ecologia nos estados, nas universidades e nas empresas e as instituições voltadas para a avaliação de impacto ambiental das atividades humanas. Também as bases de dados estão crescendo em qualidade e quantidade.

Muitos dos problemas ambientais da Amazônia poderam ser evitados no futuro, na medida em que o governo e a sociedade sejam capazes de detectar, precocemente, seu início. Antes que atinjam dimensões incontroláveis. Mas a região amazônica ainda carece de sistemas capazes de controlar com eficiência o uso das terras e a dinâmica de ocupação, principalmente em áreas críticas como a faixa de fronteira, as reservas florestais, as comunidades indígenas, etc. É desejável uma organização sistêmica dos órgãos com alguma capacidade para essa missão e a modernização de suas estruturas, com investimentos em pesquisa, recursos humanos e tecnologias modernas na área ambiental.

Todos os fenômenos de ocupação humana na Amazônia são passíveis de uma avaliação preliminar, para minimizar seus aspectos negativos e produzir de forma expandida suas consequências positivas. Mas somente ocorrerá na medida em que sejam monitorados e avaliados adequadamente. Mas o que significa realizar um monitoramento ambiental das atividades agro-silvo-pastoris, energético mineradoras e industriais-urbanas?

3- Requisitos para um Monitoramento da Ocupação Humana na AM

Não se pode discutir monitoramento sem definição de seu objeto, objetivo e finalidade (PAUL et al 1982). Um mesmo espaço territorial, um vale por exemplo, poderia ser objeto de monitoramentos de natureza técnica e operacional totalmente distinta em função de um objetivo geológico, agrícola, militar, geográfico, hidrológico, etc, ainda se a finalidade de todos fosse o desenvolvimento sócio-econômico do vale.

Em ecologia, como na física, a escala cria os fenômenos, e vale restringir os níveis de complexidade (ALLEN & STARR 1988), trazendo a realidade a sua devida dimensão hierárquica: interessa-nos, particularmente neste caso, o monitoramento do impacto ambiental decorrente das atividades agro-silvo-pastoris na Amazônia, num horizonte de médio e longo prazo. Sua expansão é tremenda, nada indica uma redução de atividades, num processo que atinge em maior ou menor escala todos os estados da região.

No campo das atividades energético-mineradoras e industriais-urbanas, sistemas de monitoramento estão sendo criados e desenvolvidos com relativo sucesso. Apesar de seu impacto intenso, as atividades são mais circunscritas e passíveis de uma análise delimitada. Não tem o caráter crônico e difuso das atividades agrícolas.

O impacto das atividades energético-mineradoras, também passível de monitoramento remoto, é a preocupação de vários órgãos de planejamento e pesquisa como o Instituto Nacional de Meteorologia, o Departamento Nacional de Águas e Energia, a Petrobrás, a Vale do Rio Doce, a Eletrobrás, o DNPM e várias instituições científicas e universidades com tradição no estudo de problemas energéticos e de recursos hídricos e minerais. Em termos de aquisição e telecomunicação de dados, tanto de campo como orbitais, o desenvolvimento metodológico e instrumental do setor é exemplar. A ponto dos dois primeiros satélites brasileiros estarem voltados para a aquisição e retransmissão de informações dessa natureza. Somente o terceiro satélite brasileiro estará voltado mais especificamente para recursos naturais. O que parece ser um desafio de curto prazo é a integração participativa dos estados nesses sistemas de monitoramento. Sem esquecer que a questão possui muitos outros aspectos polêmicos e difíceis, como os de gestão e execução das obras, que não cabe analisar neste momento.

O raciocínio seria análogo para as atividades industriais-urbanas, mesmo se os métodos laboratoriais e os instrumentos de monitoramento mudam significativamente. A Amazônia não apresenta, felizmente, problemas críticos ou crônicos nesse nível, salvo no tocante a infra-estruturas de saneamento. Aí, vale lembrar o caso de S. Paulo e da atuação de órgãos como a CETESB e outros da Secretaria de Meio Ambiente, tem-se também exemplos de sistemas de monitoramento remoto cada vez mais aperfeiçoados e eficientes com a participação de um número crescente de entidades de pesquisa e planejamento (SEMA 1987).

Ao nível do espaço rural o desafio ainda está por ser enfrentado: desmatamentos, queimadas, erosão, perda do potencial biológico e produtivo, dinâmica espaço-temporal intensa, desaparecimento de espécies e biotipos, conflitos entre formas tradicionais de extrativismo e novos sistemas de produção agropecuária, invasão de

áreas indígenas, reservas ecológicas e parques nacionais, abandono de áreas, ocupação especulativa de terras, uso inadequado de solos, contaminação de rios, etc. Como monitorar o uso das terras e o impacto ambiental decorrente?

4- Satélites e Monitoramento da Agricultura na Amazônia

A consciência do impacto ambiental das atividades agrícolas começou a crescer no início dos anos 70, na Europa e nos Estados Unidos (JEWELL 1975). A modernização da agricultura brasileira despertou mais a atenção no tocante a seus impactos sociais (MARTINE & GARCIA 1987) que ecológicos, mesmo na Amazônia. Do ponto de vista jurídico, o país avançou muito no que tange ao direito ambiental (MACHADO 1989), mas só agora começa a conjugar iniciativas para operacionalizar o monitoramento territorial e ambiental de forma eficaz, a exemplo do que já ocorre nos EUA, na Europa (FRANCE 1988) e no Japão (JAPAN 1987).

Monitorar a agricultura implica em detectar, identificar, qualificar, quantificar e cartografar o uso das terras, sua dinâmica espaço-temporal e o impacto ambiental decorrente. Os métodos tradicionais são insuficientes para assegurar essas operações sobretudo em regiões de fronteira agrícola como Rondônia, Pará, Mato Grosso e Acre, ou mesmo em regiões de grande dinâmica agrícola como o Paraná, S. Paulo e Rio Grande do Sul, por exemplo.

O desenvolvimento nos últimos anos de vários tipos de sensores remotos, de sistemas de coleta de dados e de informação geográfica, aliados a métodos e modelos de avaliação de impacto ambiental estão viabilizando para a região amazônica um monitoramento ecológico cada vez mais eficaz e a custos reduzidos.

No campo dos sensores orbitais, as quatro principais "famílias" de satélites que o Brasil utiliza atualmente (GOES, NOAA, LANDSAT e SPOT) representam um recurso inestimável para operacionalizar um monitoramento ambiental mais eficiente da Amazônia. Três propriedades principais são importantes em todos esses satélites: suas resoluções espaciais, temporais e espectrais.

Por resolução espacial entende-se uma série de características, que definem desde a área abrangida por cada imagem do satélite até o detalhamento geográfico passível de ser evidenciado. Nesse tópico, o caráter sincrônico da tomada de dados representa um recurso inexistente em outra tecnologia de sensoriamento não remoto. Uma imagem do satélite LANDSAT, por exemplo, permite uma visão instantânea e por isso mesmo simultânea de uma área de cerca de 34.000 km². Mesmo por avião seriam necessárias várias horas para cobrir um região como essa. Em estudos de déficit hídrico, de atividade fotossintética, de produtividade de pastagens, de eficiência de irrigação, secas e enchentes, etc. Esse caráter sincrônico da tomada de dados representa um instrumento poderoso e inédito de pesquisa. Especialmente quando sabemos que essa imagem de 34.000 km² pode ser ampliada até a visualização de detalhes de cerca de 30m (pixel elementar do LANDSAT TM) e que no satélite SPOT esse detalhe desce a 10 m no pancromático.

A resolução temporal pode ser definida como sendo o tempo entre a repetição de uma tomada de dados numa mesma área. Ele varia de 30 minutos no sistema GOES (entre cada imagem) até 16 dias no LANDSAT ou 26 no SPOT. Em geral, quando se ganha em resolução temporal, perde-se em resolução espacial, apesar de que o satélite SPOT pode ser virtualmente programado para uma repetitividade de até três dias. Esse caráter diacrônico da tomada de dados permite uma visão evolutiva dos fenômenos, decisiva em ecologia e agricultura. O armazenamento dos dados LANDSAT, por exemplo, possui cerca de 15 anos de informações quase bimensais sobre todo o território nacional.

Poucos técnicos e órgãos de planejamento tem utilizado e valorizado essa rica fonte de informações que é o acervo de imagens disponíveis sobre o país, constantemente atualizado. A repetitividade na tomada de dados é também importante para superar problemas de cobertura de nuvens nas imagens, frequente na Amazônia.

Enfim, a resolução radiométrica refere-se ao número de bandas espectrais cobertas pelos sensores de cada satélite. Elas definem, de certa forma, a acuidade com que o satélite é capaz de separar objetos a partir de suas respostas espectrais. O número de bandas ou canais varia entre os diferentes satélites. Atualmente o LANDSAT V, por exemplo, possui cinco canais no multiespectral contra três no caso do SPOT.

O futuro satélite sino-brasileiro possuirá nove canais, uma resolução espacial de 20 metros e uma repetitividade de 26 dias. De forma análoga ao SPOT, ele possibilitará visadas laterais e com isso a obtenção de imagens estereoscópicas. Além do satélite sino-brasileiro, o país trabalha no desenvolvimento de satélites exclusivamente nacionais.

Uma nova geração de satélites RADAR começa a ser lançada a partir do próximo ano com o ERS-1 da Europa e o RADARSAT do Canadá. Para regiões com frequente ocorrência de nuvens, como é o caso da Amazônia, esses satélites melhorarão muito a obtenção dos dados, além de fornecerem informações sobre a morfologia terrestre com grande definição. Até o ano 2000 existem cerca de 50 satélites programados. Os avanços nesse campo serão constantes e viabilizarão aplicações cada vez mais operacionais que tendem a complementar, e por vezes substituir, métodos tradicionais de aquisição de dados ambientais.

Todas instituições de pesquisa e planejamento da Amazônia deveriam ter uma política de utilização e valorização dessas informações orbitais já disponíveis.

A EMBRAPA, há cerca de dez anos, tem mantido uma política de formação de recursos humanos especializados na e para a Amazônia, inclusive na parte de avaliação de impacto ambiental e de monitoramento remoto. Essa política de formação e aquisição de técnicos viabilizou o surgimento de experiências de monitoramento ambiental em várias unidades de pesquisa, principalmente nos centros voltados para recursos naturais. Também no tocante a equipamentos, a EMBRAPA importou, adquiriu e testou vários tipos de equipamentos de monitoramento ambiental e possui hoje uma experiência consolidada nesse campo.

Em estudos há cerca de dois anos, o recém criado Núcleo de Monitoramento Ambiental e de Recursos Naturais por Satélite, NMA, funciona atualmente em Campinas-SP, a partir de uma ampliação das atribuições e atividades da equipe que coordenava o Laboratório de Teledetecção Espacial da EMBRAPA. Com cerca de vinte pesquisadores e trinta técnicos de apoio, a equipe reúne especialistas na área de ecologia de vertebrados terrestres, ecologia da vegetação, ecologia de invertebrados, sociologia rural, morfopedologia, economia, matemática, estatística e ciências da computação.

A quase totalidade desses pesquisadores utiliza as técnicas de teledetecção aerotransportada e espacial, há vários anos, como um instrumento importante de seu trabalho. O grupo vem trabalhando há anos em estreita colaboração com o INPE. Além disso, o NMA dispõe de modernos equipamentos para receber, armazenar e tratar imagens de satélites, e outros instrumentos voltados para a avaliação do impacto ambiental das atividades humanas, principalmente as agro-silvo-pastoris.

Através de suas pesquisas, o NMA/EMBRAPA está **desenvolvendo métodos que permitam detectar, identificar, qualificar, quantificar, cartografar e monitorar o uso agrícola das terras e os impactos ambientais decorrentes**, como erosão, perda de potencial produtivo, redução de diversidade biológica, contaminações por produtos químicos, alterações nas populações faunísticas, etc .

Nesse sentido é importante destacar que a atividade do Núcleo não pode nem deve ser confundida com a de pesquisas em sensoriamento remoto. O sensoriamento remoto representa um instrumento que a EMBRAPA está utilizando em várias unidades de pesquisa, inclusive da Amazônia, para estudar recursos hídricos, solos, comportamento de culturas, ataques de pragas, agrometeorologia, etc. O monitoramento ambiental é uma das aplicações do sensoriamento remoto no campo da pesquisa agropecuária, que interessa particularmente o NMA.

Integrante do Sistema de Monitoramento Ambiental e dos Recursos Naturais por Satélite (SIMARN) do Governo Federal, o Núcleo deverá também testar imagens de novos satélites, pesquisar métodos e instrumentos aplicados ao monitoramento ambiental da agricultura, além de prestar assistência aos órgãos de planejamento agrícola na busca de alternativas de desenvolvimento rural com menor impacto ambiental.

Nesse campo, a equipe já vem tendo uma atuação integrada com órgãos da Amazônia, gerando grande parte dos recursos necessários ao seu funcionamento. Parte da equipe do NMA vem trabalhando junta há dez anos, tendo realizado pesquisas para entidades ambientalistas, indigenistas, secretarias estaduais de planejamento e agricultura, órgãos do executivo e do Ministério Público. A mesma linha de atuação está sendo adotada agora, com uma equipe maior e com novos especialistas, ganhando agilidade, flexibilidade e autonomia na produção, valorização e disseminação de informações ambientais.

Sua atuação, conjunta com outros centros de pesquisa agropecuária da Amazônia, não estará restrita ao âmbito da EMBRAPA: atenderá, no âmbito do SIMARN, entidades governamentais federais, estaduais, municipais e da iniciativa privada, além de trabalhar em colaboração estreita com o universidades, em especial a USP - três professores do Instituto de Biociências da USP integram hoje a coordenação das pesquisas do Núcleo- e a UNICAMP, seguindo o esquema proposto na Figura 1.

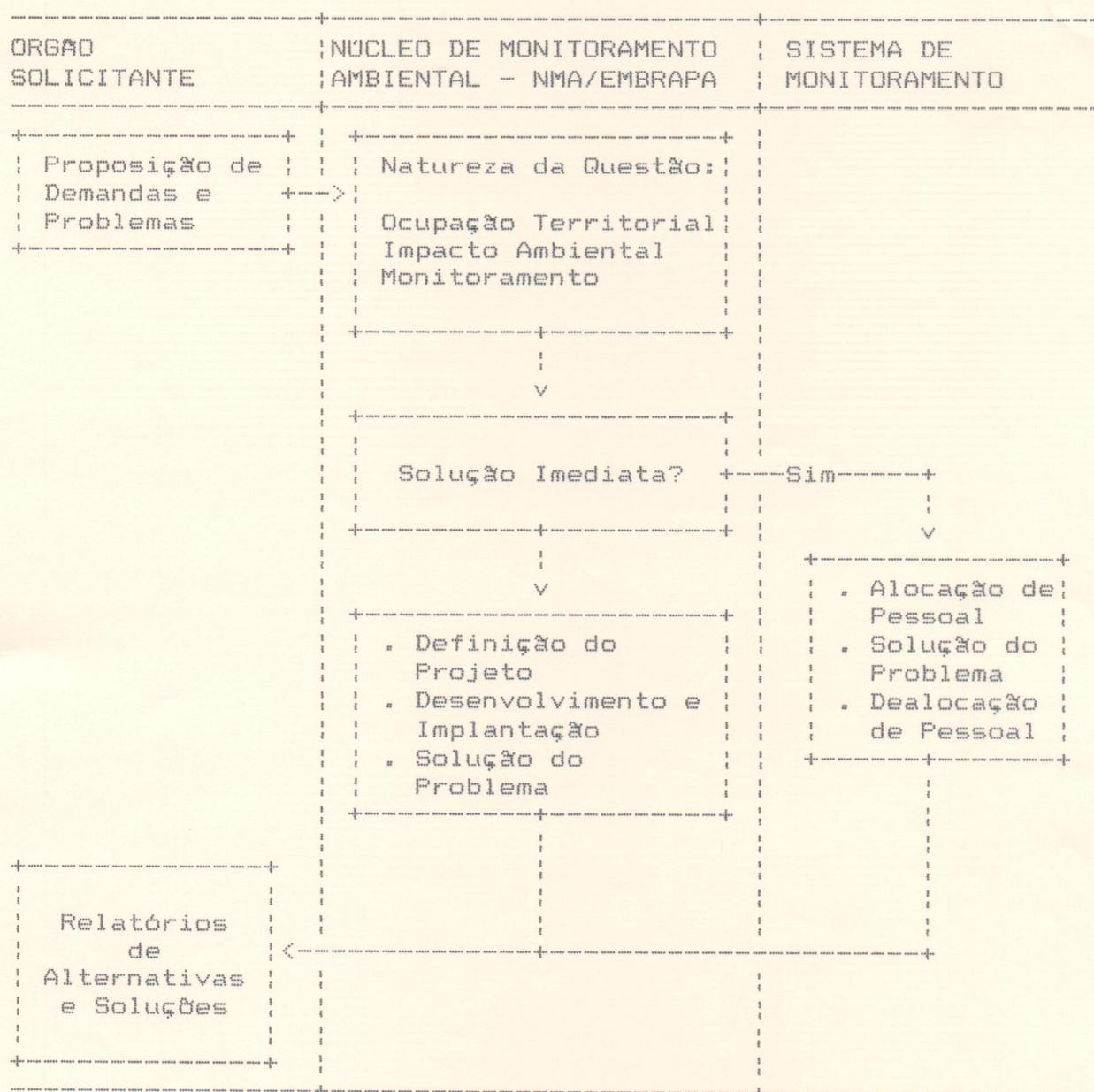


Figura 1 - Esquema da Execução de Projetos pelo NMA/EMBRAPA

Com o INPE, entre outros projetos, o do Monitoramento Ambiental da Amazônia, financiado pelo FIPEC, está permitindo, da parte do NMA, o desenvolvimento de um sistema permanente de aquisição e integração de dados sobre a atividade agropecuária na região amazônica e do impacto ambiental decorrente, de forma totalmente informatizada.

O Projeto Monitoramento Ambiental da Amazônia teve início com os estados do Acre, Rondônia e Tocantins. Um sistema geográfico de informação, com toda a cartografia básica do Acre e do Tocantins, estará concluído até o final do ano, na escala 1/500.000, voltado para apoiar processos de avaliação de impacto ambiental da ocupação humana nesses estados.

No caso de Rondônia, o monitoramento ambiental da colonização agrícola, através do caso do Projeto Machadinho, permitiu a definição de um modelo de simulação e planejamento, em linguagem APL, que trabalha simultaneamente com cerca de 60 variáveis ecológicas, agronômicas e sócio-econômicas. Sua aplicação a outras áreas da Amazônia está sendo estudada.

Além dessas atividades o Núcleo já executou e executa vários trabalhos na região, em colaboração com instituições locais e nacionais de pesquisa, ensino, financiamento e planejamento, dentro os quais se destacam:

- avaliação e modelização do impacto ambiental de projetos de colonização na área da fronteira agrícola da Amazônia (Machadinho do Oeste/Rondônia) (LANDSAT e Modelos de Tensores), em colaboração com a Presidência da República, a UEPAE de Porto Velho e a Universidade de Montpellier;

- monitoramento ambiental da Amazônia: montagem de um sistema de monitoramento da ocupação humana e do impacto ambiental decorrente nos estados do Acre, Rondônia e Tocantins, dando ênfase nas atividades agro-silvo-pastoris, com posterior generalização prevista para outros estados (LANDSAT, SPOT e Sistema Geográfico de Informação), em colaboração com o INPE e com o apoio do FIPEC;

- avaliação preliminar do impacto ecológico das barragens de Kararaó e Babaquara, previstas no Rio Xingu, no Pará (LANDSAT e imagens radar), em colaboração com a Comissão Pró-Índio de S. Paulo e o Instituto de Biociências da USP;

- detecção da presença de garimpos, alterações ambientais e campos de pouso nos vales do Mucajai e Catrimani, em Roraima em área indígena Yanomami (LANDSAT), em colaboração com o Comitê pela Criação do Parque Yanomami (CCPY);

- zoneamento agroecológico do estado do Tocantins baseado em imagens de satélite e mapas temáticos integrados a um sistema geográfico de informação computadorizado na escala 1/500.000 (Imagens Radar, LANDSAT e minutas do RADAM), em colaboração com a Comissão Especial para Implantação do Estado do Tocantins ;

- qualificação ecológica e delimitação preliminar da Reserva Extrativista do Rio Tejo no Acre, na escala 1/100.000, em apoio a ação da Procuradoria Geral da República (LANDSAT, Imagens Radar);

- caracterização do uso agrícola das terras e de seu impacto ambiental no Estado do Acre, com ênfase nas regiões de Rio Branco, Xapuri e Cruzeiro do Sul, na escala de 1:100.000 (LANDSAT), em colaboração com a Presidência da República;

- mapeamento e caracterização das várzeas do Baixo Tocantins no Pará, na escala de 1:100.000, para fins de agricultura e proteção ambiental (LANDSAT), em colaboração com a UEPAE de Belém da EMBRAPA;

- caracterização e tipificação dos agro-ecossistemas de Machadinho do Oeste em Rondônia e do perfil agro-sócio-econômico dos pequenos agricultores, em colaboração com o INCRA e a UEPAE de Porto Velho;

- caracterização bioecológica da ocorrência de população de gafanhotos em relação com o impacto da atividade agrícola com ênfase no Nordeste e no gafanhoto **Rhammatocerus schistocercoides**, do Mato Grosso e Rondônia, em colaboração com o PRIFAS/CIRAD da França;

- montagem de um banco de dados cartográficos informatizado para o Estado do Tocantins e de um sistema de monitoramento do uso agrícola das terras e de seu impacto ambiental (LANDSAT e IMAGENS DE RADAR), em colaboração com a Comissão Especial para a Implantação do Estado do Tocantins e o DPI do INPE.

5- Conclusões

A expansão da economia brasileira atingiu, nos últimos dez anos, uma dimensão inédita em seu impacto ambiental, principalmente nas áreas de expansão da fronteira agrícola da Amazônia. O mesmo ocorreu com as atividades energético-mineradoras e industriais-urbanas. Os problemas decorrentes preocupam hoje, não somente os pesquisadores, mas todas as autoridades e a sociedade em geral.

Detectar, identificar e monitorar os processos de impacto ambiental inerentes às atividades agro-silvo-pastoris, energético-mineradoras e industriais-urbanas implica na utilização de um conjunto de métodos e instrumentos modernos onde se destacam as teorias oriundas da ecologia, da estatística e da matemática e os produtos gerados pelas diversas famílias de satélites espaciais e equipamentos e logísticos de tratamento dos dados.

Com a dimensão do território amazônico, a diversidade ecológica de seu espaço rural, a grande dinâmica espaço-temporal da agricultura e a insuficiência de recursos materiais, logísticos e humanos seria ilusório imaginar um monitoramento eficiente dessa problemática por métodos tradicionais e por um único órgão. A questão ambiental não deve ser setorializada. Ela interessa todos.

No tocante ao impacto ambiental das atividades energético-mineradoras e industriais-urbanas, o país tem desenvolvido sistemas de monitoramento remoto importantes e cada vez mais eficientes, com a

contribuição de vários centros de pesquisa e universidades, inclusive da região amazônica.

Já no que tange o monitoramento do impacto ambiental das atividades agro-silvo-pastoris, a situação é crítica. É urgente ampliar e coordenar as atividades de pesquisa nessa área. A criação do NMA representa um passo significativo da EMBRAPA nesse novo campo de pesquisas agropecuárias.

Cabe ressaltar, finalmente, que - ao contrário de muitas tecnologias e procedimentos que tendem a estagnar após uma rápida evolução - os instrumentos de monitoramento remoto encontram-se em pleno desenvolvimento. Até o ano 2000 já estão previstos os lançamentos de cerca de cinquenta satélites de interesse direto para agricultura e o monitoramento ambiental da ocupação territorial, com desempenhos cada vez mais precisos e inéditos em diversos campos de aplicações.

Nesse sentido é estratégico que o país continue investindo em pesquisas e aplicações nesse campo do conhecimento, tanto a nível local, como regional e nacional. Todos ministérios e secretarias devem fazer da questão da preservação do meio ambiente uma prioridade, integrando-a como parte de suas ações. A soberania do Brasil sobre a Amazônia não é só política, ela também deve ser científica e tecnológica.

A tecnologia espacial e o monitoramento ambiental são apenas um dos aspectos da complexa questão da ocupação territorial da Amazônia. Mas os investimentos em pesquisa, em sistemas de monitoramento e novas tecnologias estão se traduzindo em benefícios sociais e econômicos para a população da região. Amplia-se, com esses instrumentos modernos, o conhecimento ainda tão insuficiente sobre a região amazônica. Esse esforço deve continuar pois, afinal, como dizia o cangaceiro Corisco: " O futuro... fica em cima do futuro e não embaixo do passado ".

6- Bibliografia

- ALLEN, T.F.H. & STARR, T.B. Hierarchy: perspectives for ecological complexity. Chicago, The University of Chicago Press, 1988. 310 p.
- FRANCE. Ministère de l'Environnement. Etat de l'environnement: données statistiques commentées, theme d'environnement. Paris, 1987. 262 p.
- HILTON, K. & MORGAN, E. The earth below: a look at satellite remote sensing. London, British National Space Center, 1987. 24 p.
- JAPAN. Environment Agency. Quality of the environment in Japan. s.l., 1987. 311 p.
- JEWELL, W.J., ed. Energy, agriculture and waste management. Ann Arbor, Ann Arbor Science, 1975. 540 p.

- LUDWIG, J.A. & REYNOLDS, J. F. Statistical ecology: a primer on methods and computing. New York, John Wiley, 1988. 337p.
- MACHADO, P.A.L. Direito ambiental brasileiro. 2. ed. São Paulo, Editora Revista dos Tribunais, 1989. 478 p.
- MARTINE, G. & GARCIA, R. C., org. Os impactos sociais da modernização agrícola. São Paulo, Caetés, 1987. 271 p.
- PAUL, S. et al. Dictionnaire de télédétection aérospatiale/ Airborne and spaceborne remote sensing dictionary. Paris, Masson, 1982. 236 p.
- SCHLESINGER, W.H. The role of the ecologists in the face of global change. Ecology, 70 (1):1, 1989.
- SEMA. Secretaria Especial do Meio Ambiente. Cadastro nacional das instituições que atuam na área do meio ambiente. 3. ed. Brasília, 1987. 377 p.
- SEMA. Secretaria Especial do Meio Ambiente. Projeto Nacional do Meio Ambiente - Projeto Global: versão preliminar. Brasília, 1988. 123 p.

Endereço para correspondência:

NMA/EMBRAPA

rua Donato D'Otaviano, 276
CEP 13065 - CAMPINAS - SP

TELEFONE (0192) 434498