

## **GEOPROCESSAMENTO E SIG: APLICABILIDADE EM CURSOS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - EXPERIÊNCIA E INTERFACE DE ENSINO ENTRE PÓS-GRADUAÇÃO E GRADUAÇÃO DA UNIMEP**

**João Moreno** - [jmoreno@unimep.br](mailto:jmoreno@unimep.br)

Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo

Rod. Santa Bárbara d'Oeste Iracemápolis, km 01  
CEP 13450-000 - Santa Bárbara d'Oeste, SP.

***Resumo:** O presente trabalho busca relatar a experiência realizada na implantação de um laboratório em Geoprocessamento junto a UNIMEP. A abordagem escolhida, objetiva demonstrar a importância que assume o Geoprocessamento enquanto tecnologia interdisciplinar, permitindo a convergência e interface na produção de conhecimento científico para estudos dirigidos e pesquisas avançadas de Engenharia e Arquitetura. Trata-se, portanto, demonstrar os resultados alcançados entre ensino de pós-graduação e graduação, respectivamente: junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, área de Gestão Ambiental e Energética, bem como, nas disciplinas – Higiene e Saneamento, Planejamento Urbano e Regional II e Trabalho Final de Graduação – TFG, do Curso de Arquitetura e Urbanismo.*

***Palavras-chave:** Geoprocessamento, SIG – Sistemas de informação geográfica, Gestão territorial, Interdisciplinaridade, Sociedade e Ambiente.*

### **1. INTRODUÇÃO**

A partir da necessidade que se tem de entender o espaço como uma base agregadora de informações, e sendo a definição de espaço, uma das tarefas mais difíceis para especialistas das diversas áreas do conhecimento, busca-se inicialmente discorrer o que venha ser “espaço”, para que posteriormente possamos nos remeter ao entendimento da aplicabilidade de instrumental em Geoprocessamento nas análises espaciais. Neste sentido, compartilhar de algumas definições nos remete à compreensão, pois, cada área do conhecimento lhe atribui uma dimensão.

Considerando a geografia como elemento básico e norteador para essa compreensão, compartilha-se do pensamento de SANTOS (1996), quando aponta que *espaço* é “uma realidade relacional: coisas e relações juntas”, ou seja, pode ser entendido como uma coisa em si, com existência específica, determinada de maneira única. “O espaço deve ser considerado como um conjunto indissociável de que participam, de um lado, certo arranjo de objetos geográficos, objetos naturais e objetos sociais, e, de outro, a vida que os preenche e os anima, ou seja, a sociedade em movimento”.

A natureza geográfica hoje assume uma importância global, transformado-se numa forma de espaço produtivo. Cada ponto geográfico do território torna-se importante efetivamente e ou potencialmente, sendo essa uma característica de nossa sociedade que se globaliza, e a economia gera espaços diversificados. Essa abordagem é necessária para começar a compreender a imensa

complexidade das transformações impostas ao ambiente pelo processo produtivo homem-economia. DREW (1994) destaca esse processo, quando afirma que “a Terra opera como uma hierarquia de sistemas, todos parcialmente independentes mas firmemente vinculados entre si”.

Portanto, nesse início do século XXI, quase todos os espaços de produção antrópicas enfrentam a desanimadora perspectiva de uma infundável crise, ou seja, a obsolescência de um modelo irracional da ocupação do espaço.

## 1.1 O domínio espacial

O domínio espacial pode ser entendido como a unidade indivisível e fundamental do elemento percebido, ou seja, o elemento geográfico e suas propriedades espaciais. (MENDES e CIRILO, 2001)

Qualquer que seja o enfoque do debate sobre a compreensão de *espaço* enquanto natureza, anteriormente apontada, bem como os objetivos das análises espaciais, o instrumental de Geoprocessamento vem contribuir significativamente para elucidar na resolução de busca mais equilibrada e sustentada para as ações de produção e transformação que se fizerem necessárias à alterações espaciais – ação e gestão de planejamento.

Há, portanto, em curso nas várias áreas do conhecimento científico, reconhecimento consensual sobre a existência de sistemas complexos, como por exemplo - da matéria (sistemas físicos), na evolução dos seres vivos (sistemas biológicos), na evolução da sociedade (sistemas sociais) e na economia (sistemas econômicos). Deve ser, também, reconhecido que os sistemas geográficos representam uma complexidade da organização espacial do território (geossistema) e que se desmembra em outros vários subconjuntos complexos, tais como – sistemas urbanos, sistemas hídricos, sistemas geomorfológicos, dentre outros.

Para que os objetivos sejam alcançados com a aplicação de instrumental de Geoprocessamento, ou seja, na utilização de software de sistemas de informação geográfica - SIG tanto no âmbito de cursos de pós-graduação, como no âmbito da graduação, devem ser desenvolvidos métodos específicos, orientados para a criação e consolidação das bases de bancos de dados geográficos.

As várias características que se podem atribuir ao Geoprocessamento, além do poder de manipulação na implementação das funções de representação dos processos de mudanças espaciais – mapas coloridos -, é a capacidade de manipulação de variáveis na concepção da estruturação de modelos que possam apontar esses fenômenos espaciais de mudanças espaciais.

Portanto, ao adotar o Geoprocessamento e SIG em tomadas de decisões que envolvam análises espaciais complexas, vem contemplar compartilhar da concepção de Karl Popper, ao ser citado por CHRISTOFOLETTI (1999), que o fundamental no conhecimento científico não consiste em realizar pesquisas e experimentos para ratificar os enunciados ou hipóteses, mas sim em criar condições possíveis de refutá-las.

## 1.2 A logicidade do raciocínio em Geoprocessamento

Um dos principais instrumentos para a construção de modelos em SIG podem ser definidos pela capacidade lógica de deduções e conclusões, que se derivam de observações tanto qualitativas quanto quantitativas, ou de fundamentações teóricas. Entretanto, teorias e percepções sobre uma realidade geográfica podem levar a formulações incorretas, ou parcialmente corretas. A partir dessas formulações à implementação de modelos embora matematicamente corretos não podem ser entendidos como possibilidades lógicas de atingir resultados objetivos na busca de conclusões em SIG.

As incertezas na previsão de qualquer investigação no campo das análises espaciais devem ser precedidas de uma tomada de decisão quanto a implementação correta de modelos, ou seja, o emprego de algoritmos apropriados àquela tomada de decisão.

Nessa lógica de considerações, ALLARD e FUCHS (1993) apontam que, em Geoprocessamento deve-se recorrer à *inteligência artificial (IA)*, ou seja, utilizar-se corretamente da potencialidade de um sistema computadorizado – algoritmos, técnica, ferramentas e aplicações. Neste sentido, buscar aproximar-se com esses instrumentais à obtenção de resultados que emulem algumas das habilidades cognitivas do homem – (ver figura 1). A “IA” abrange o conhecimento de diversas ciências na atualidade, podendo ser destacadas – Neurofisiologia, Linguística, Matemática e Computação, dentre outras.

A grande parte dos sistemas de software SIG na atualidade, incorporam rotinas e algoritmos poderosos que possibilitam desenvolver consultas complexas, cujos resultados se aproximam dessa dialética – a aquisição do conhecimento e o impulso na representação de sistemas ambientais com o uso do computador -, levando o pesquisador contemporâneo a implementar resultados inteligentes.

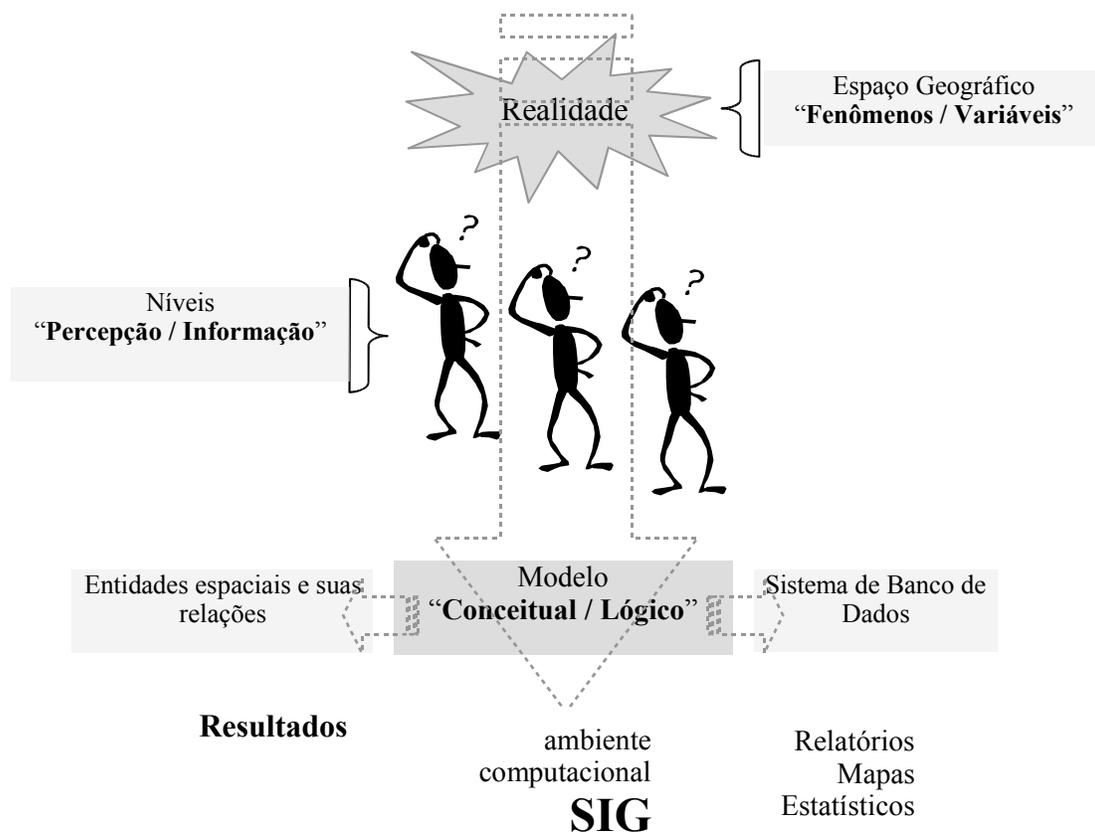


Figura 1 – Inteligência Artificial e Geoprocessamento

A tecnologia SIG tem tido um enorme impacto virtualmente em todos os campos que gerenciam e analisam dados espacialmente distribuídos. Para aqueles que não estão familiarizados com essa tecnologia é fácil vê-la como uma *caixa mágica*. A velocidade,

consistência e precisão com a qual ela opera é realmente impressionante e é difícil resistir à sua forte característica gráfica (EASTMAN, 1998).

Entretanto, para analistas experimentados, a filosofia de SIG é muito diferente, pois com a experiência o SIG torna-se uma simples extensão do pensamento analítico. O sistema não tem respostas inerentes, apenas àquelas do analista. É somente uma ferramenta, assim como a estatística é uma ferramenta. É uma ferramenta para pensar – aprender a pensar sobre padrões, sobre espaço e sobre processos que atuam no espaço (EASTMAN, 1998).

## 2. A INTERFACE

Este trabalho busca relatar a experiência do autor junto a Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, quando no ano de 2000 tem um de seus projetos aprovado junto aos órgãos colegiados superiores, ou seja, o CONSEPE – Conselho Superior de Ensino, Pesquisa e Extensão, com o objetivo de montar um laboratório em Geoprocessamento, que naquele momento visava dar suporte às atividades de ensino no programa de pós-graduação em engenharia de produção, especificamente na área de gestão ambiental e energética.

A estratégia naquele momento foi de contribuir para o fortalecimento da referida área, bem como a incorporação da interface com a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, pois, toda produção territorial passa por uma investigação profunda nesses campos do conhecimento científico, cuja abordagem não é tradicionalmente implementada em cursos de engenharia.

No que tange à produção territorial, os docentes têm pouca informação quanto ao emprego de geotecnologias voltadas a temas ambientais. Pôde ser ainda constatado que nesse ambiente acadêmico, apesar da relevância da abordagem dada pela referida área, ou seja, a da gestão ambiental e energética - da sua grade curricular -, pouco ou quase nenhuma abordagem sobre a produção do território e os efeitos ambientais decorrentes de tais transformações antrópicas são implementados pela grade curricular.

Constatada essa natureza, avaliou-se a possibilidade de oferecer uma disciplina inicialmente como sendo: *Tópicos em Gestão Ambiental*, haja visto que, naquele momento tínhamos duas ex-alunas de arquitetura ingressadas junto ao programa de pós-graduação, cujos projetos de pesquisas necessitavam de amparo dessa área do conhecimento em Geoprocessamento.

Outro momento a ser destacado é a de que o autor também ministra aulas junto ao curso de arquitetura e urbanismo, sendo sua área de atuação: a do *Planejamento Urbano e Regional*, a de *Topografia*, e a de *Higiene e Saneamento*. Orienta ainda, também, *Trabalho Final de Graduação – TFG*; respectivamente em cujas áreas tem implementado o uso do ferramental em SIG na condução pedagógica entre: ensino, pesquisa e trabalho final de conclusão de curso.

### 2.1 O projeto

O referido projeto propunha em seu objetivo geral implementar um banco de dados regionais, georreferenciados a partir de um Sistema de Informação Geográfica – SIG, permitindo servir de suporte para o planejamento e a gestão territorial da região de Piracicaba e seu entorno. Para tanto, são requisitos deste projeto, a montagem de um laboratório e a nucleação de um grupo de pesquisa e investigação acerca do tema.

Em seus objetivos específicos pôde ser destacado: *a) implementação do laboratório em Geoprocessamento; b) edição de um banco de dados regionais* – servindo como suporte à diagnósticos e prognósticos, com a finalidade de levantar-se o estado ambiental da região proposta, ou seja, o território de Piracicaba - permitindo a busca de conhecimento de suas reais condições ambientais, servindo de subsídios no equacionamento de metodologias apropriadas em

*Geoprocessamento*, com vistas propiciar tomadas de decisões no campo da **gestão ambiental do território**; c) *potencializar o uso do Geoprocessamento em trabalhos científicos* - apoio laboratorial e metodológico em projetos de “Iniciação Científica”, “TFG – Trabalho Final de Graduação”, e projetos de “Mestrados / Doutorados”.

Um outro subproduto desse projeto foi implementar toda uma metodologia em SIG para determinar os riscos ambientais presentes no território de Piracicaba, SP – associando atividades produtivas pela dinâmica da urbanização.

Portanto, de forma geral, busca-se resgatar discussões em torno de *Análises Espaciais Complexas*; aplicação do *Sensoriamento Remoto*, e o uso de *Sistemas de Informação Geográfica – SIG*.

### **3. A EXPERIÊNCIA: ENSINO E PESQUISA**

#### **3.1 Na pós-graduação**

No âmbito do programa de pós-graduação em engenharia de produção, foi oferecido no ano de 2001 junto a área de “gestão ambiental e energética” a disciplina intitulada *Eng064 – Tópicos em Gestão Ambiental: Geoprocessamento como Instrumento de Gestão Ambiental do Território*”; tendo como objetivo geral, apresentar uma visão abrangente da utilização de SIG para estudos ambientais do Território, visto que, o Brasil especificamente já acumulava alguns anos de experiência, mas apenas recentemente análises relacionadas a empreendimentos que irão afetar o ambiente tem sido contempladas.

Quando feitas na maior partes das vezes essas análises adotam critérios rígidos, resultando na simples inclusão ou exclusão de uma área para um determinado propósito. Considerando este aspecto, buscou-se introduzir através da disciplina acima, rotinas avançadas de apoio à tomada de decisão em SIG, as quais vêm possibilitar amparo metodológico e criteriosos em análises de impactos, aptidão e vulnerabilidade, permitindo assim o estabelecimento de reflexão sobre as margens de riscos para uma determinada tomada de decisão.

As discussões amplas sobre Geoprocessamento e sua aplicabilidade como instrumento de gestão ambiental do território passam então permitir atingir os objetivos propostos pela disciplina na implementação de projeto de gestão por resultados, significando, a busca pela particularidade de interesses na aplicação desse ferramental de apoio à tomada de decisão para auxiliar na avaliação das pesquisas propostas (interesse pessoal do pós-graduando).

Quanto à proposta de ementa, segue – *Tecnologia em GIS, fonte de possibilidade de construir e trabalhar as relações que ocorrem entre objetos do mundo real e que são devidos às suas características espaciais, possibilitando estabelecer a diferença básica entre espacialidade e as estruturais (banco de dados). Este conhecimento é essencial para se estabelecer a especificidade dos relacionamentos ao longo do processo de modelagem de dados, quanto ao potencial e as limitações das estruturas ambientais e topológicas para resolver problemas em GIS*.

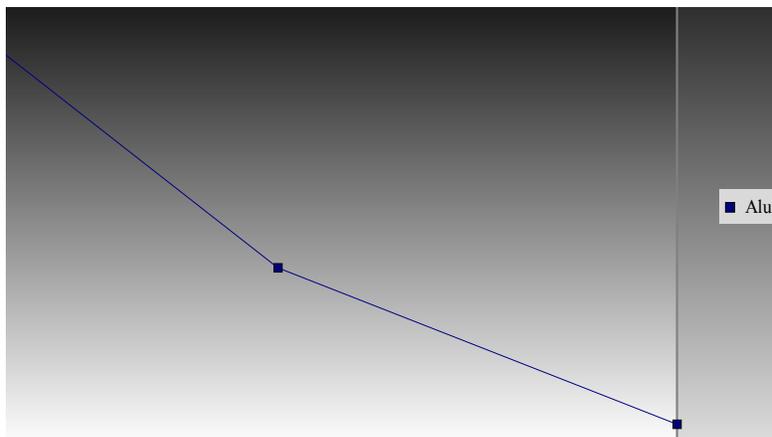
No que tange ao programa proposto, buscava-se apresentar um amplo resgate da visão por que aplicar tecnologias em Geoprocessamento: SIG – Sistemas de Informação Geográfica pesquisa ambientais, ou seja, a aplicabilidade de *software* e *hardware*, metodologias e técnicas de análise na construção de uma gestão ambiental do território.

A estruturação se deu por módulos, visando compartilhar a especificidade de interesses de cada momento, ou seja, a aplicabilidade em pesquisas ambientais complexas, e correlatas com as buscas da necessidade do pós-graduando. Assim, pode ser em síntese discriminados os módulos:

- ★ a) *módulo básico*: ampla base conceitual teórica abordando uma introdução a *Sistemas de Informação Geográfica – SIG* em gerar banco de dados (vector e raster), potencializando o uso do software Idrisi<sup>1</sup> (desenvolvido pela Graduate School of Geography da Clark University);
- ★ b) *módulo central*: ampla apresentação de recursos metodológicos e técnicas de análises como suporte à gestão do território (resolução de exercícios em SIG);
- ★ c) *módulo participativo*: aplicação da técnica de seminários (temático, por área de interesse) - visando o resgate de uma compreensão maior no uso desse instrumental. Foi ainda solicitado a resolução de um problema apresentado pelo docente, o qual, os pós-graduando deveriam resolvê-lo utilizando-se dos conceitos e aplicação em SIG (processo individual / prova);
- ★ d) *módulo conclusivo*: explorando as potencialidades e limitações de software em SIG como princípios de desenvolvimento metodológicos de aplicação em análises ambientais complexas (trabalho final de conclusão da disciplina, direcionado pelo interesse específico do pós-graduando / apresentação e defesa do trabalho).

A metodologia e critério de avaliação se deram de forma continuada, ou seja, pelo processo como um todo (desenvolvimento dos seminários; acompanhamento das bases teóricas e conceituais; resolução do problema proposto / prova, e pelo trabalho de conclusão da disciplina). Essa conduta na avaliação teve como princípio a pluralidade de interesses e a convergência com a tecnologia aplicada e os conceitos ensinados. Entretanto, teve caráter individualizado e envolvendo todos os módulos, cujo resultado final pode ser avaliado pelo gráfico 1.

Gráfico 1 – Aproveitamento da Disciplina – ENG064 / 2001



<sup>1</sup> O Idrisi é líder na funcionalidade analítica raster, cobrindo todo o espectro de necessidades de SIG e de sensoriamento remoto, desde consulta a banco de dados e modelagem espacial até realce e classificação de imagens. Facilidades especiais estão incluídas para monitoramento ambiental e gerenciamento de recursos naturais, incluindo análise de séries temporal/mudanças, apoio à decisão por critérios múltiplos e por objetivos múltiplos; análise de incertezas (incluindo análises *Bayesianas*, *Dempster Shafer* e de conjuntos *fuzzy*) e modelagem de simulação (incluindo modelagem de força e análise de atrito anisotrópico, dentre outras). Apresenta ainda, modelagem por geoestatísticas, etc.

A prática de ensino, e das orientações que se seguiram de duas dissertações de mestrados, demonstram que a proposta aqui discorrida, principalmente, pelo quadro que se vive no Brasil pelos seus espaços territoriais degradados, que curso como este, possibilitam a interface entre: *gestão ambiental* e *planejamento territorial*, para contribuir na superação das barreiras intrínsecas ao ensino da geociência aplicadas na interdisciplinaridade de programas de pós-graduação como este de engenharia de produção. A integração horizontal e vertical do conhecimento científico deve ser uma forma de aproximar a pesquisa saudável para todo o corpo institucional, trazendo como possibilidade a mudança de cultura com relação ao tema, atingindo docentes e discentes simultaneamente.

### 3.2 Na graduação

A temática ambiental tem sido a tônica dos projetos pedagógicos das disciplinas de *planejamento urbano e regional I e II*, e a de *higiene e saneamento* – cuja abordagem interfaceia na integração entre ambas, buscando apontar e racionalizar um discurso das desigualdades regionais de fatores ambientais (positivos e negativos) de nossas cidades. Essa prática tem levado os discentes a compreenderem criticamente seu papel enquanto agentes de possibilidades de interferir nas modificações espaciais, em prol de buscas mais sustentáveis nos assentamentos humanos.

Entretanto, a problemática ambiental dos espaços urbanos dificilmente reage à retórica persuasiva ou a soluções tecnológicas rápidas, mas requerem a geração de conhecimento sobre riscos associados às tecnologias e sobre como monitorá-los e controlá-los de maneira eficiente em termos de custos (LYNCH, 2001).

Nesta visão, tem sido o compromisso pedagógico da interdisciplinaridade, proclamando não só como um método, ou uma prática na formação do profissional arquiteto e urbanista, mas também como instrumento de capacitação nas tomadas de decisões no entendimento da problemática do desenvolvimento, cuja prática das análises tem sido o estudo da complexidade da organização territorial em suas diversas dimensões, ou seja - do econômico, do político, do social, e do físico territorial (morfologia e ambiência).

Ao ser adotado nessas disciplinas o uso do Geoprocessamento através do SIG – Sistemas de Informação Geográfica, possibilitou, primeiro, ao docente incorporar como método de investigação ambiental e territorial o que é preconizado por UNEP e DPCSD (1995); HENS (1996) e citado por CHRISTOFOLETTI, quando descrevem que para o cálculo da sustentabilidade ambiental de uma determinada região – pressão ambiental para o desenvolvimento sustentável (DS) -, deve-se considerar quatro fatores que influenciam na avaliação da pressão ambiental, ou seja, população (P), mercadorias e serviços (MS), energia e recursos (ER) e impacto ambiental (IA), é calculado como sendo -“segundo a equação (1)”:

$$PA = \frac{1}{DS} = \left( \sum P \right) * \frac{MS}{P} * \frac{ER}{MS} * \frac{IA}{ER} \quad (1)$$

O primeiro termo (P) reflete a pressão da população sobre o desenvolvimento sustentável que, nesse contexto, significa estabelecer uma taxa de crescimento mais adequada à capacidade de suporte que tem o território.

O segundo termo (MS/P) reflete o padrão de consumo. Em uma sociedade sustentável deverá produzir uma quantidade de bens e serviços per capita, os quais se definem pela capacidade de desenvolvimento que o território possa apresentar.

O terceiro e o quarto termos (ER/MS; IA/ER) se referem aos aspectos de produção tecnológica. Para que haja sustentabilidade no processo desenvolvimento territorial, é preciso atingir padrões de consumo energéticos e recursos naturais combinados com impactos ambientais tendendo a zero - número adimensional -, ou seja, respeitar a capacidade de suporte do ambiente à um processo de produção, ou de reprodução do espaço.

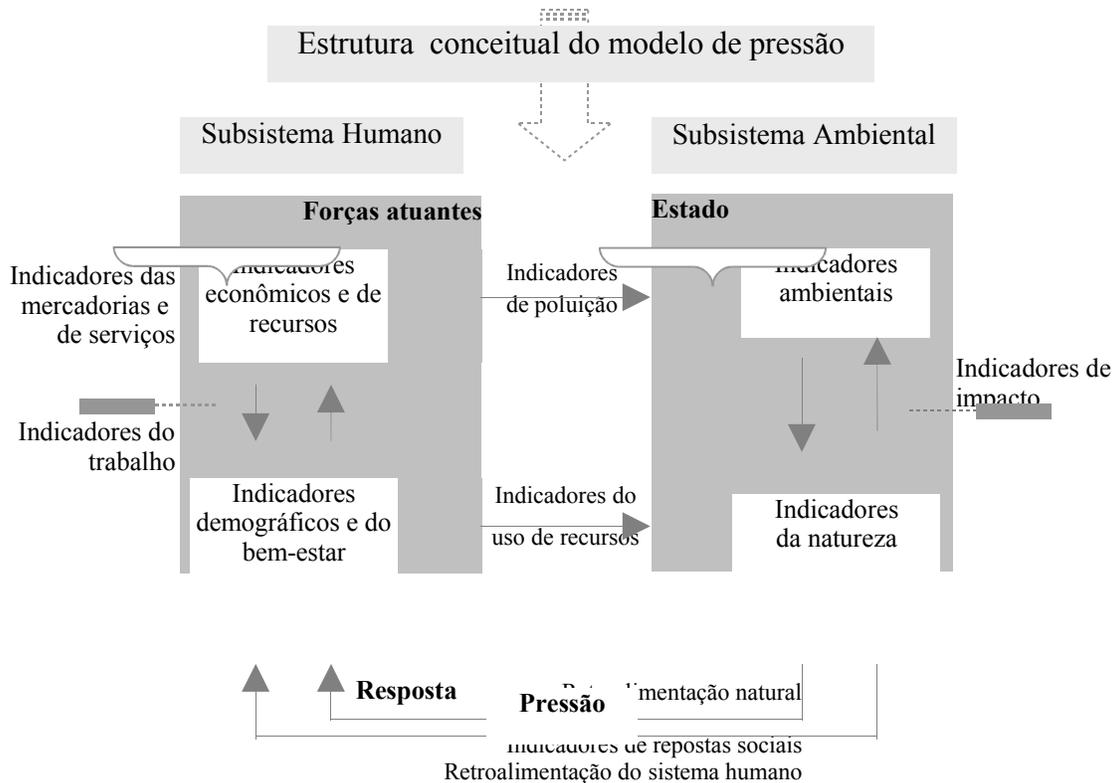


Figura 2 – Delineamento de Indicadores Ambientais  
( Fonte: adaptado de CHRISTOFOLETTI, 1999 )

No que tange aos objetivos apresentados pelas disciplinas, assim se estabelece: a) geral - *Introduzir os conceitos básicos de saneamento e higiene, com enfoque para o planejamento dos espaços ao assentamento humano (urbano, industrial e rural), e outros especiais (reservas, áreas de proteção ambiental, etc.). Além dos aspectos conceituais, pretende-se conduzir o discente à formulação de cenários que apontem a qualidade do saneamento presente no território investigado, e da problemática ambiental desencadeada pelo processo de urbanização nesse âmbito;* b) específicos – 1. *Introduzir os conceitos básicos da tecnologia de Geoprocessamento vinculados ao conteúdo da disciplina. Portanto, a proposta de implementação de análises e investigação geográfica através da unidade de bacia hidrográfica, a qual poderá representar a variabilidade do fenômeno de estudo de uma determinada região.* 2. *Integrar a disciplina “Higiene e Saneamento” com a de “Planejamento Urbano e Regional II”, visando a interdisciplinaridade do conhecimento na resolução de trabalhos acadêmicos, ou seja, a adequação do saneamento ambiental e o equilíbrio da capacidade de suporte local nas formulações das propostas para o espaço urbano.*

Quanto ao programa de curso, buscou-se discutir a problemática ambiental nos espaços urbanos a partir da exposição de aulas (fundamentação teórica); visitas programadas: à campo

(reconhecimento do objeto de estudo), à um aterro sanitário, à estações de tratamento de água e esgoto, possibilitando o discente desenvolver trabalhos de **gestão ambiental** e **urbano**, como instrumento de planejamento à assentamentos humanos sustentáveis, visando a busca de equilíbrio das relações **homem-natureza**, resgatando condições sanitárias adequadas de vida nas cidades.

O objeto de estudo da disciplina é o desenvolvimento de um projeto de planejamento ambiental - saneamento), bem consolidada (apontamento do presente).

A metodologia adotada para o desenvolvimento das etapas aplicadas uma prova, possibilitando a avaliação individual do corpo discente, com vista

Gráfico  
Disciplina: Engenharia e Saneamento – Ano 2003

*Critério de avaliação*

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS - CONCLUSÃO

### 4.1 Programa de pós-graduação

A integração de Geoprocessamento em cursos de pós-graduação cuja linha de pesquisa envolvam a gestão ambiental e o planejamento da produção do território, vem resgatar as possibilidades de compreender e mensurar os desafios ambientais da atualidade, ou seja, estabelecer as inter-relações entre o recurso natural e a pressão evolutiva empreendida pelo ser humano. Nesta dimensão, o curso obteve êxito, que pode ser evidenciado pelos resultados alcançados e apontados pelas dissertações de mestrados orientadas e defendidas – (MEDEIROS e NACIMENTO) -, cujos trabalhos se valeram do instrumental em Geoprocessamento.

- ★ MEDEIROS (2003) aponta em suas conclusões que, *o uso do Sistema de Informação Geográfica e do Sensoriamento Remoto permitiu a avaliação ambiental de dados obtidos*

por diferentes mapas temáticos que aliados aos conhecimentos adquiridos com pesquisas sobre o processo de ocupação urbana de Americana, permitiram a tomada de decisão, auxiliando no processo de gestão ambiental e territorial (ver figura 3).

Deve-se enfatizar a importância do procedimento de análise para a identificação e caracterização dos alvos que apresentaram caráter dinâmico, como é o caso, por exemplo, do uso da terra, a qual permitiu o agrupamento dos “pixels” para separar o urbano, ou seja, adotou-se uma metodologia específica, visto a importância deste para o estudo em questão, bem como a falta de referência bibliográfica sobre esse tema.

Desta forma, considera-se a utilização dos instrumentos de apoio à decisão, imprescindíveis ao planejamento ambiental, pois este trabalho demonstrou que a utilização do Sensoriamento Remoto e do Sistema de Informações Geográficas para estudos dessa natureza é viável, possibilitando o trabalho de levantamento e análise dos dados, bem como a obtenção de informações importantes para ações de planejamento urbano e ocupação do espaço.

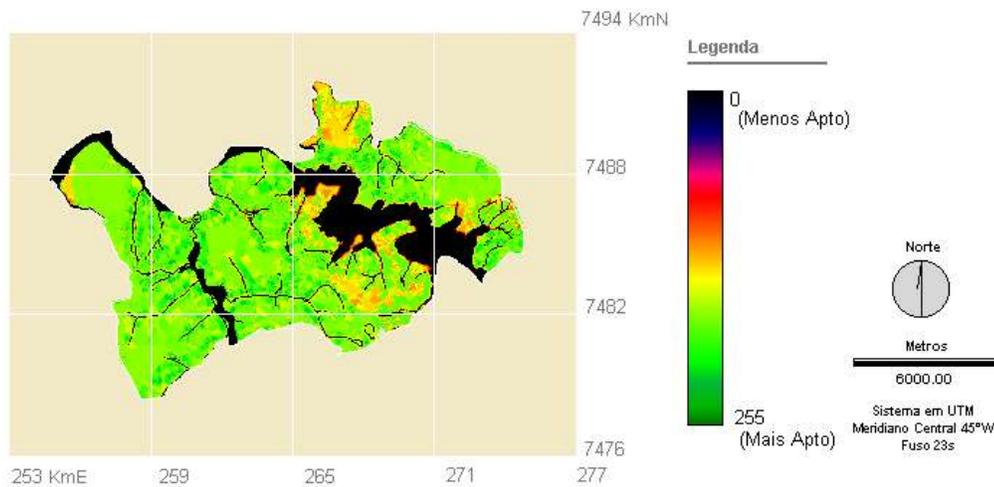


Figura 3 – Zoneamento Ambiental quanto a Ocupação Urbana do Município de Americana, SP. – Metodologia: **lógica nebulosa fuzzy**

- ★ NASCIMENTO (2003) aponta em suas conclusões que, *dentre os objetivos propostos (geral e específicos) destaca-se que foi possível a sua realização mediante a utilização das ferramentas de Geoprocessamento, o qual demonstrou, durante o percurso desta presente dissertação, grande eficácia em estudos voltados ao planejamento e gestão urbana (ver figura 4).*

Neste sentido, a utilização do método de rotinas de apoio à decisão demonstrou-se uma ferramenta poderosa para tomadores de decisão na alocação de recursos da atividade industrial, pois possibilitou incorporar o erro no processo de industrialização (impacto ambiental), ajudou na construção de mapas de aptidão através de critérios múltiplos, localizando áreas de expansão industrial, e atendeu decisões sobre localização quando objetivos múltiplos estavam envolvidos, resultando num ordenamento territorial do uso industrial e urbano. Ao introduzir o método Processo Hierárquico de Análise - AHP (Hierarchical Analytical Process) possibilitou tomar decisões com compensação de riscos ambientais. Portanto as ferramentas de Geoprocessamento constituem-se um importante

*instrumento mitigador dos problemas de degradação, o qual possibilita ao gestor resolver as incertezas e reverter a externalidade provocada por este processo.*

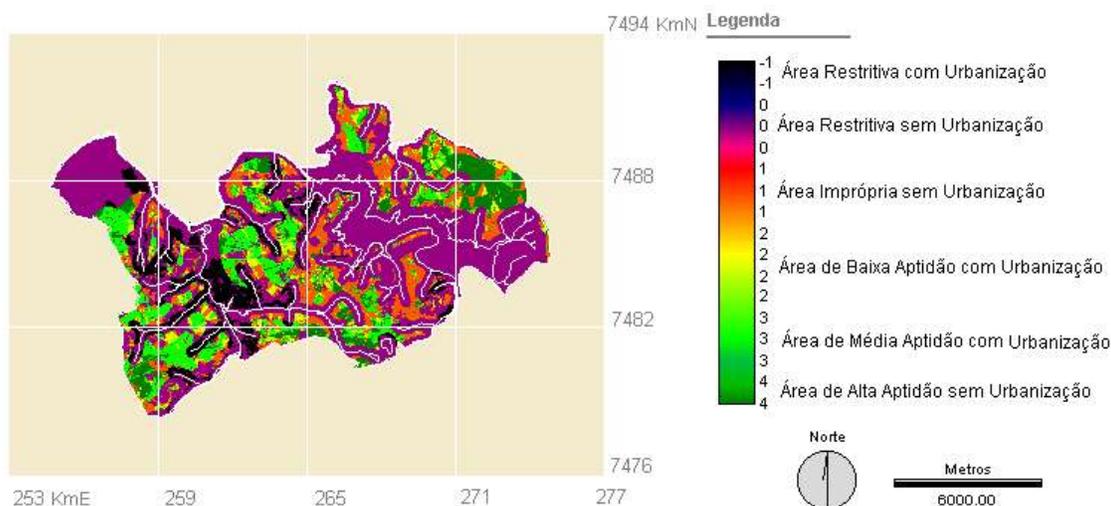


Figura 4 – Gestão Territorial: Áreas de Expansão Industrial do Município de Americana-SP. – Metodologia: **lógica nebulosa fuzzy / Álgebra com Mapas**

## 4.2 Considerações finais

O presente trabalho buscou como objetivo principal relatar as experiências do autor e seu percurso na Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP adotando a tecnologia em Geoprocessamento com ênfase na integração e aplicação ao campo da gestão ambiental e do planejamento territorial. Evidenciou, portanto, o potencial das ferramentas aqui apresentadas, os conceitos matemáticos básicos – modelagem dinâmica -, e as referências de busca para um maior aproveitamento sobre o assunto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, F.; FUCHS, J. Artificial intelligence: the state of the art. **ESA's Technology Programme Quartely**, v. 3, n. 3, 1993.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo; BLÜCHER, 1999.

DREW, D. **Processos interativos homem – meio ambiente**. Rio de Janeiro: BERTRAND BRASIL, 1994.

EASTMAN, J. R. **Manual do usuário – introdução exercícios tutoriais**. Porto Alegre, UFRGS / Centro de Recursos Idrisi – Brasil, 1998.

HENS, L. The Rio conference and thereafter. In: NATH, B., HENS, L. E DEVUYST, D., Brussels, VUP Press, 1996, p. 81-109.

LYNCH, B. D. Instituições internacionais para a proteção ambiental: suas implicações para a justiça ambiental em cidades latino-americanas. In: ACSELRAD, H. **A duração das cidades – sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. Rio de Janeiro, DP&A, 2001, p. 57-82.

MEDEIROS, A. M. **Análise ambiental do processo de urbanização em Americana, SP.: diretrizes para elaboração da gestão ambiental, através da técnica do Geoprocessamento**. 2003. Dissertação de Mestrado, Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da UNIMEP.

MENDES, C. A. B.; CIRILO, J. A. **Geoprocessamento em recursos hídricos – princípios, integração e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2001.

MORENO, J. **Geoprocessamento como instrumento de análise e gestão ambiental do território**. Santa Bárbara D'Oeste, Projeto SEAC/CONSEPE 186-00, UNIMEP, 2000.

MORENO, J. **Análise da organização e dinâmica das condições ambientais e urbanas face a uma nova ordem econômica: Piracicaba e seu entorno**. 2000. Tese de Doutorado, Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC-USP.

NASCIMENTO, C. B. do **Geoprocessamento como Instrumento na Implementação Metodológica à Análise Ambiental e Territorial na Adequação do Solo para o Uso Industrial – Estudo de Caso: Município de Americana, SP**. 2003. Dissertação de Mestrado, Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da UNIMEP.

SANTOS, M. **Metamorfose do espaço habitado**. São Paulo: HICITEC, 1996.

UNEP-DPCSD. The role of indicators in decision making. In: **Discussion papers on indicators of sustainable development for decision making**. Chent, Bureau du Plan, 1995.

**GEOPROCESSING IS GIS: APPLIED IN COURSES OF ENGINEERING IS ARCHITECTURE - EXPERIENCE IS INTERFACE OF TEACHING AMONG MASTERS DEGREE IT IS GRADUATION OF UNIMEP**

***Abstract:** The present work search to tell the experience accomplished close to in the establish of a laboratory in Geoprocessing next to UNIMEP - I project SEAC/CONSEPE 186-00. The chosen approach, objectifies to demonstrate the importance that to shoulder Geoprocessing while technology interdisciplinary, allowing the convergence and interface in the production of scientific knowledge for driven studies and you research assaults of Engineering and Architecture. It is, therefore, to demonstrate the results reached between masters degree teaching and graduation, respectively: close to the Program of Masters degree in Engineering of Production, range of Environmental and Energy Administration, as well as, in the disciplines - Hygiene and Sanitation, Urban Planning and Regional II and Final Work of Graduation - TFG, of the Course of Architecture and Urbanization.*

***Key-words:** Geoprocessing, GIS - Geographical information system, Territory management, Interdisciplinarity, Society and Environment.*