

# Bacia Hidrográfica: Convergência de Investigação Científica e Unidade de Gestão Territorial – A contribuição do Geoprocessamento

## Autores

---

Joao Moreno

## 1. Introdução

---

Os assentamentos humanos eram no passado pequenos e sustentavelmente alicerçados nos ecossistemas e ciclos materiais biogeoquímicos do planeta. A sociedade industrial dos nossos dias é organizada de tal forma que sua produção material está longe de ser sustentável na escala atual, e menos ainda em uma escala global expandida. A nova fase da revolução industrial, assim, deve ser dirigida para a sustentabilidade; os métodos industriais precisam amadurecer e terem uma adoção tecnológica do ponto de vista econômico mais sustentável.

A interferência do homem sobre o meio natural tem induzido a uma insustentabilidade na continuidade de uma vida saudável e equilibrada do ponto de vista ambiental. Assim, a sociedade industrial contemporânea atropela os ecossistemas naturais dos quais depende, e induz mudanças consideráveis nos fluxos materiais da superfície da Terra. A reflexão em torno desse contexto coloca à região da Bacia do Ribeirão Quilombo uma visão da problemática ambiental mundial e os contextos regionais de um país como o Brasil.

Todavia, mesmo sendo o Brasil um país em processo de desenvolvimento, pode-se perceber as desigualdades territoriais – tanto no âmbito espacial, quanto no âmbito regional – mudanças produtivas do espaço no território. Chega-se hoje a um país de imensas contradições, pois apesar de constituir-se a oitava economia do mundo capitalista é também o país que apresenta uma das mais injustas distribuições de renda do mundo. Neste bojo, pode-se perceber a intensa degradação sócio-ambiental apresentada, que é também uma das mais profundas e enraizadas entre os países de renda média e alta – ou seja, aqueles acima de 1000 dólares per capita.

Neste contexto, no território regional em torno da Bacia do Ribeirão Quilombo pode ser percebido a extencionalidade dos problemas ambientais associados à produção industrial, o resíduo agrotóxico usados na lavoura, muitas vezes proveniente de produtos proibidos nos países do primeiro mundo e, os esgotos lançados diretos nos rios têm comprometido seriamente os recursos hídricos e lençóis freáticos.

Pode-se também, aliar-se a estes, os problemas de saúde pública cada vez mais agravados, pois contam ainda com questões do tipo: a qualidade das águas para consumo - no âmbito de quase todo o país é péssima -, os gases emanados pelas industriais, até o final da década de setenta não possuíam nenhum tipo de controle e, a partir da década de oitenta começaram a contar com um controle mínimo, continuando a transformar a atmosfera das cidades industriais brasileiras num criador e multiplicador de doenças respiratórias. A maioria da população não tem acesso a redes de esgotos e tratamento adequado de lixo, constituindo graves problemas para a saúde.

Para a percepção mais concreta dessas questões, é interessante observar o processo de industrialização deste contexto regional. Tomando como exemplo a cidade de Paulínia (cidade a montante da bacia), que não tem fugido ao observado. Inicia-se, portanto, ao final da década de sessenta, num período de aproximadamente 30 anos, a partir da implantação da REPLAN, mudanças profundas em sua morfologia espacial; levando os moradores urbanos, assim como os primeiros imigrantes, a assistirem passivamente as alterações que se operou em seu ambiente físico, assim como as mudanças socioambientais.

Se observado esta região como um todo, pode-se afirmar que é uma das mais densamente povoadas do país, com sedes municipais e distritos a poucos quilômetros de distância, servidos por rodovias estaduais de pista dupla, ferrovias, dois ramos de dutos derivados de petróleo (um ligado com a REVAP em São José dos Campos e com São Sebastião; outro ligado ao terminal de Barueri).

A degradação ambiental que decorre nesse contexto advém do processo de ocupação industrial, que tem impactado a região e seus moradores isoladamente ou combinado entre si. Com relação à população, os agentes químicos podem estar atuando como um *coquetel* seja no ar inspirado, na água consumida, na própria alimentação ingerida, etc.

Esta ordem ambiental posta leva-nos a perceber que os bens que integram o meio ambiente planetário, como a água, ar e solo, devem satisfazer as necessidades comuns de todos os habitantes da terra. Nesta perspectiva, torna-se relevante à busca pelo "princípio do acesso eqüitativo aos recursos naturais" (MACHADO, 2002).

É destacado ainda por esse autor que, "o acesso dos seres humanos à natureza supõe a aceitação do Princípio 1 da Declaração do Rio de Janeiro/92, que diz: "Os seres humanos constituem o centro das preocupações relacionadas com o desenvolvimento sustentável. Têm direito a uma vida saudável e produtiva em harmonia com a natureza".

Mesmo considerando ser inerente a qualquer ato de uso e transformação do meio onde vive o ser humano, Machado (2002) nos convida a estabelecer a razoabilidade dessa utilização, devendo-se, quando a utilização não seja razoável ou necessária, negar o uso, mesmo que os bens não sejam atualmente escassos.

Portanto, esse fenômeno histórico de transformações territoriais não pode ser elemento de análises isoladas e desvinculadas de uma realidade geográfica, ou seja, a bacia hidrográfica passa ter um caráter de importância nas tomadas de decisões.

Convergir os olhares para esses espaços possibilita-nos investigar mudanças ocorridas e correlacioná-las. Entretanto, muitos dos trabalhos científicos na atualidade têm sido ações de pesquisas isoladas, ressentindo-se de uma visão ampla do todo, ou seja, a realidade aflitiva de um aproveitamento integrado dos recursos naturais – solo, água, flora, fauna, dentre outros – presentes numa bacia hidrográfica.

Bacia hidrográfica, como destacado por Coelho Neto (1994) é uma superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. Os limites de uma bacia hidrográfica são conhecidos como divisor de drenagem ou divisor de águas. As bacias possuem diferentes tamanhos, ou seja, que variam desde uma bacia como a do Amazonas, com milhões de

km<sup>2</sup>, até bacias com poucos metros quadrados. Essas bacias articulam-se a partir de divisores de drenagens principais e drenam em direção a um canal, tronco ou coletor principal constituindo um sistema de drenagem hierarquicamente organizado.

Em função de suas características naturais, bacias hidrográficas têm se tornado importante unidade espacial utilizada para gerenciar atividades de uso e de conservação dos recursos naturais, principalmente nas situações atuais de grande pressão sobre o ambiente em função do crescimento populacional e do desenvolvimento.

A investigação científica em espaços de microbacias hidrográficas poderá ser uma maneira eficiente de gerar tecnologia regionalizada, difundir as práticas de manejo de solo e culturas, conservar os recursos naturais e contribuir para o desenvolvimento municipal e regional. Ainda, permitirá propor soluções mais sustentáveis dos sistemas de produção adotados pelos gestores urbanos, bem como introduzir alternativas tecnológicas "edafurbanas" para a implementação de ações regionais.

O trabalho em pauta busca orientar-se pela aplicação de instrumentos e técnicas em Geoprocessamento, cujo objetivo é de produzir investigação complexa dessa unidade territorial. A convergência da pesquisa se dará para a bacia hidrográfica do ribeirão Quilombo, situado na Região Metropolitana de Campinas, distante a 110 km da cidade de São Paulo. Apresenta uma área de drenagem de aproximadamente 382.20 km<sup>2</sup> (figura 01) – afluente da margem esquerda do rio Piracicaba -, englobando partes dos territórios das cidades de Americana, Nova Odessa, Sumaré, Hortolândia, Paulínia e Campinas – esta última localizada a montante.

#### **Figura 01 - Localização da Bacia do Ribeirão Quilombo e o Território de Americana, sp.**

#### **Relevância e Justificativa**

O quadro da problemática abordado anteriormente, apresentando a produção antrópica e as transformações espaciais da região objeto dessa pesquisa refletem experiências acumuladas em diversas pesquisas já concluídas, que pudemos desenvolver sobre a realidade regional dessa Região Metropolitana.

Destacamos uma destas experiências, que foi a orientação de duas dissertações de mestrado, as quais analisaram a cidade de Americana, SP. Puderam apresentar o processo de industrialização nas regiões metropolitanas, bem como regiões que se encontram em processo de metropolização, apontando indicativos de agravamento de uma crise social e ambiental. Pôde ainda contribuir para elucidação no entendimento dos reflexos econômicos – economia globalizada – repercutindo na distribuição industrial e na transformação dos padrões de organização do espaço geográfico.

Podemos ainda destacar como valioso, o envolvimento acadêmico junto à disciplina de "Higiene e Saneamento", e projetos de iniciação científica junto ao curso de Arquitetura e Urbanismo da Unimep. Essa disciplina tem resgatado a discussão da problemática ambiental contemporânea, voltada para reflexões que

inclui o espaço geográfico proposta para esta pesquisa.

Os projetos puderam evidenciar quão importantes é o uso de instrumental em Geoprocessamento, ao facilitar a consulta às bases de dados geradas e permitir a visualização dos resultados através de mapas temáticos, os SIG's proporcionam uma melhor compreensão do espaço das cidades e áreas metropolitanas, e permitem a identificação de padrões, perfis sociodemográficos e eixos de crescimento regional, fundamentais para o processo de planejamento.

Essa percepção, acrescida do reconhecimento dos principais agente modificadores da estrutura antrópica, pode favorecer a tomada de decisão sobre planos de investimentos e políticas urbanas regionais.

Destaca-se, portanto, como importante contribuição ao projeto em tela, a participação do autor em um Grupo de Pesquisa junto a Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), denominado de H<sub>2</sub>O e consolidado seu registro junto ao CNPq. Nessa dimensão, pôde-se firmar um projeto binacional – *"Manejo Sustentável de Água e Energia"* - planejado em um convênio de cooperação internacional entre a Unimep e o Fraunhofer IGB, no qual se integra este projeto.

A idéia para elaborar um projeto de pesquisa na área *"Manejo Sustentável de Água e Energia"* surgiu das discussões conjuntas entre os parceiros brasileiros e alemães - Projeto Teuto-brasileiro de cooperação – tema: *"Tratamento descentralizado de Água e Esgoto com Reaproveitamento de Materiais e Geração de Energia, incluindo a consideração de aspectos higiênicos, para a Região de Piracicaba (Cooperação teuto-brasileira.* O tratamento de água e de esgoto é o problema global mais importante que afeta países como o Brasil, especialmente regiões como a bacia do Piracicaba. Para tratar esse problema será necessário um marco sustentável de manejo de água, que se baseia nos contatos e cooperação existente entre a Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Brasil, e o Fraunhofer Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik, Alemanha, e que inclui as orientações práticas de políticos, tomadores de decisão, parceiros industriais, cientistas, instalações universitárias e estudantes da área de água e energia Este projeto-marco deverá fortalecer a parceria, incluir outras instalações de pesquisa, reunir, fortalecer e dar continuidade a iniciativas respeito ao meio ambiente, apresentar possibilidades e necessidades de pesquisa, e conseguir transferência de *knowhow* e aplicação na formação de novos produtos e tecnologias pelo intercâmbio entre os parceiros. Os resultados do projeto de pesquisa devem desembocar na sociedade para uso geral ou para usos específicos necessários na bacia do Piracicaba).

Com esse projeto serão sinalizadas soluções, em uma região aberta a novos procedimentos e muito desenvolvida economicamente, considerada como modelo do ponto de vista de políticas ambientais, bem como será demonstrada a possibilidade de realização para usuários de outras regiões do Brasil e da América Latina.

## 2. Objetivos

---

Contribuir com o Projeto por meio do estabelecimento de uma leitura e análise estruturada da bacia do Ribeirão Quilombo - (uso do solo, e recursos hídricos) -, ou seja, a ocupação que se dá em seu território (especialmente na região de Americana). A partir dessa observação estabelecer modelação cartográfica retrospectiva e prospectiva, apontando o desenvolvimento que se estabeleceu e sua correlação ambiental – positivo ou negativo - em SIG, que resgate uma ampla visão dos fatores que intervêm na paisagem, gerando assim informações relevantes à toma de decisão.

### 3. Desenvolvimento

---

#### Métodos de Investigação

Com base nessa dimensão de investigação científica, podem ser levantadas duas hipóteses; a) a bacia hidrográfica é um sistema? - b) quais os seus elementos componentes?

Assim, serão estabelecidos métodos para cada etapa de problemas a serem discutidos (método qualitativo), estabelecendo-se as variáveis relevantes a cada um dos elementos, a fim de que se possam realizar mensurações e a obtenção de respostas (método quantitativo) – (figura 02)..

#### Figura 02 – Modelo para Sistemas de Suporte a Tomada de Decisões

O conhecimento dos processos e a compreensão do estado de estabilidade, da sensibilidade e da vulnerabilidade surgem como fundamentais para a implantação das atividades de usos futuros. O Geoprocessamento assume, portanto, importância relevante na contribuição da criação de cenários para que haja discernimentos no que tange à tomada de decisões no âmbito da gestão ambiental e do território.

O trabalho em tela apresenta uma metodologia toda estruturada em Geoprocessamento e SIG - Sistemas de Informação Geográfica, cuja compartimentação se dá para a problemática investigada e sua resposta nos âmbitos da **gestão ambiental e territorial**, ou seja, trata-se de buscas de respostas ambientais mais sustentáveis ao processo de desenvolvimento regional, a serem apontadas pelas análises e discussões, fundamentadas na estruturação e no funcionamento da dinâmica sistêmica da Bacia do Ribeirão Quilombo.

### 4. Resultados

---

Potencialmente, todos os aspectos do ambiente são alterados pelo processo de desenvolvimento regional (urbanização). O gradiente de mudanças - (severidade) - pode ser percebido na escala do rural para um núcleo em consolidação. Muito embora as áreas urbanas raramente ocupem mais que reduzida percentagem de uma grande bacia de drenagem - (não sendo o caso da bacia do ribeirão Quilombo) -, as alterações no regime da capacidade destas, especialmente, das cidades localizadas no centro ou à montante de uma bacia, as alterações poderão ser suficientemente intensas para abranger amplos espaços – (externalidade ambiental à regiões de ocupação a jusante da bacia).

## 5. Considerações Finais

---

Portanto, os objetivos delineados e a estruturação dos métodos incorporados pela pesquisa na análise da bacia do Ribeirão Quilombo, certamente levarão à obtenção de cenários prospectivos significativos, sendo relevantes para um processo de tomada de decisão no âmbito da gestão territorial regional, bem como, evidenciar a potencialidade de instrumentais em Geoprocessamento como suporte à essas ações investigativas.

## Referências Bibliográficas

---

ASSIS, J. C. de (2001). Apresentação. In: ACSELRAD, H. (2001). *A duração das cidades – sustentabilidade e risco nas políticas urbanas*. Rio de Janeiro, DP&A.

COELHO NETO, A. L. (1994). Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (1994). *Geomorfologia – uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro, Bertrand.

MORAES, T. C. B. de & MORENO, J. (2003). *A questão ambiental e o meio ambiente intra-urbano em Piracicaba frente a variável densidade demográfica - cenário de mudança: o uso do Geoprocessamento e Geoestatística*. Santa Bárbara d'Oeste, Unimep.

MORENO, J. (1995). *A cidade de Jales, a Alta Araraquarense e o rio Tietê na ótica dos impactos e transformações nas décadas de 1940 a 1990*. São Carlos, Dissertação de (Mestrado), Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC-USP.

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

MORENO, J. (2004). *Geoprocessamento e SIG: aplicabilidade em cursos de engenharia e arquitetura – experiência e interface de ensino entre pós-graduação e graduação da unimep*. In: XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE 2004, 14 a 17 Set./04, Brasília, UnB.

MORENO, J. & TEJADA, K. S. (2003). *O uso de instrumental SIG na análise de parâmetros hidrológicos com vistas às ações de gestão territorial, estudo de caso: a bacia hidrográfica do ribeirão do Piracicamirim – Piracicaba, SP*. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 23 -27 Nov./03, Curitiba, ABRH.

NASCIMENTO, C. B. do (2003). *Geoprocessamento como instrumento na implementação metodológica à análise ambiental e territorial na adequação do solo pra o uso industrial – estudo de caso: município de Americana, SP*. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental), Unimep, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

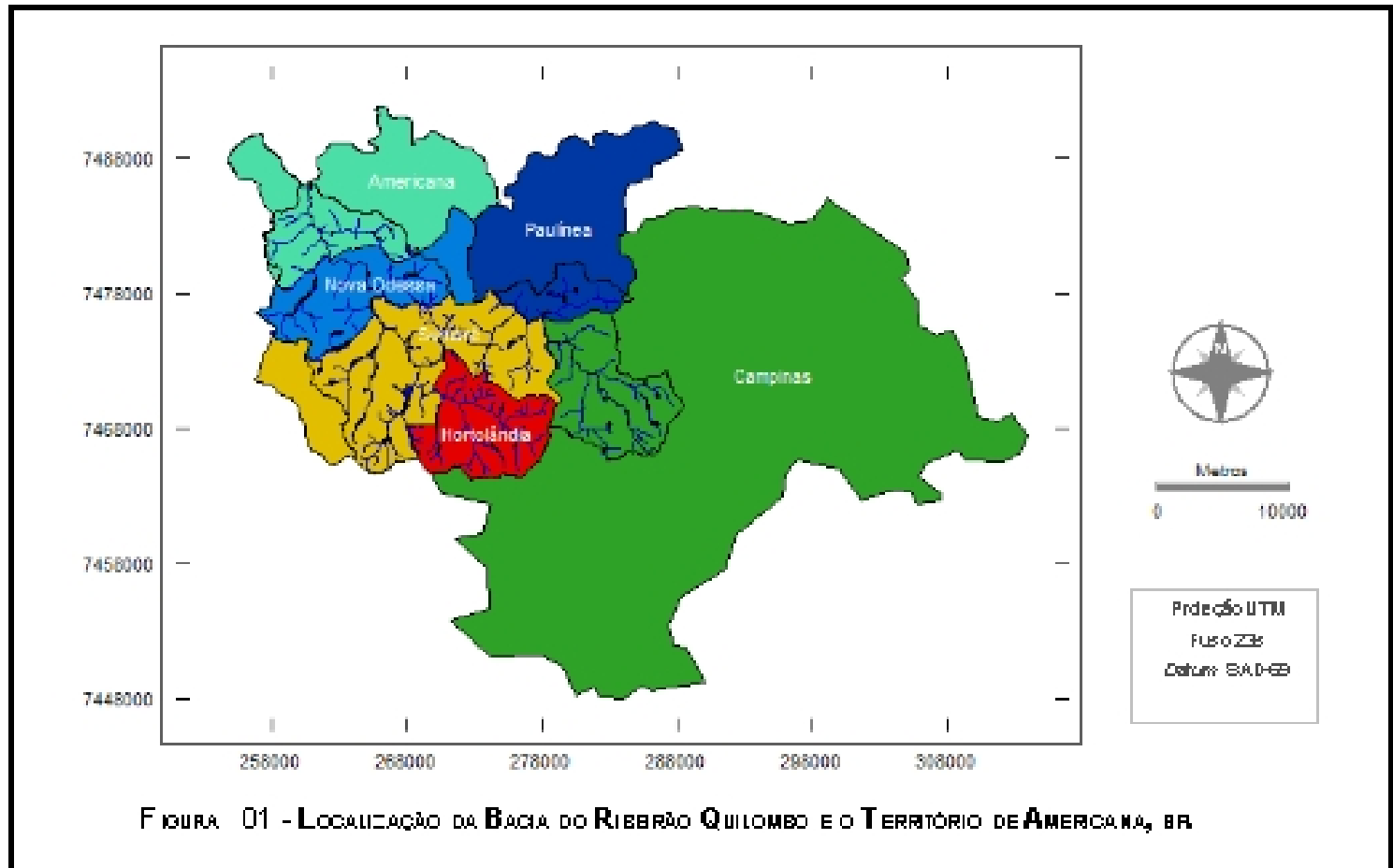


FIGURA 01 - LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIBBRÃO QUILOMBO E O TERRITÓRIO DE AMERICANA, BR

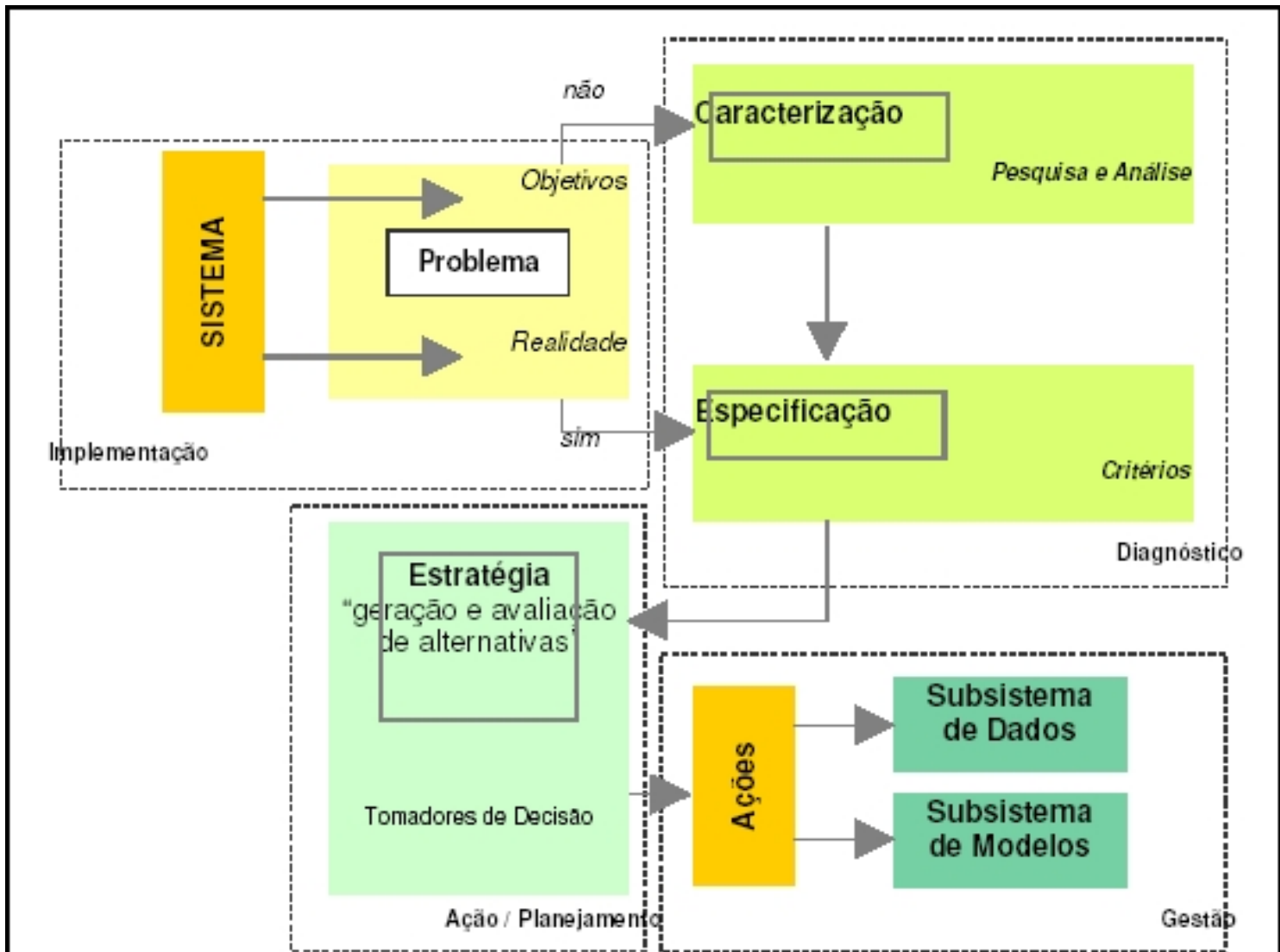


FIGURA 02 - MODELO PARA SISTEMAS DE SUPORTE A TOMADA DE DECISÕES