

# **APLICAÇÃO DE UM SIG NA DIFUSÃO DOS RESULTADOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS – A EXPERIÊNCIA DO AMAPÁ**

Arnaldo de Queiroz da Silva <sup>(1)</sup>; Sara Neri <sup>(1)</sup>; Rogério Chagas <sup>(1)</sup>; Wagner José Pinheiro Costa<sup>(1)</sup>

**Resumo** – O Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais do Amapá iniciou no ano de 2000, com a implantação de vinte e cinco pontos de coleta de amostras distribuídos em sete bacias hidrográficas da região sul do Estado. No primeiro ano de execução, doze parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos foram monitorados: amônia, cloretos, coliformes fecais, condutividade elétrica, fosfato total, nitrato, oxigênio dissolvido, pH, sólidos em suspensão, sólidos totais, temperatura da água, turbidez. Entre os produtos gerados pelo monitoramento está a Carta do Índice de Qualidade das Águas – IQA. A difusão das informações geradas pelo monitoramento está sendo feita através de materiais impressos e por meio do Sistema de Informações Ambientais Georeferenciadas - SIAG, um projeto de SIG ainda em fase de implantação, constituindo uma experiência inovadora na região Amazônica.

**Abstract** – The Monitoring Programme of Surface Water Resources Quality of Amapá State started in year 2000, with twenty-five sampling points distributed around seven river-basins of South Region of State. At the first year twelve physical, chemical and microbiological parameters were monitored: ammonial-nitrogen, chlorides, faecal coliforms, electrical conductivity, total phosphorus, nitrate, dissolved oxygen, pH, suspended solids, total solids, temperature and turbidity. The Map of Water Quality Indices – WQI describes the results products of monitoring programme. Information obtained from the monitoring programme are shower graphically described in the Georeferenced Environmental Information System – GEIS. Using GIS jointly in water quality monitoring is a new methodology in the Amazon Region.

**Palavras-chave** – IQA, monitoramento dos recursos hídricos, SIG

---

(1) – Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Av. Mendonça Furtado, 53 – Centro, CEP 68900-060, Macapá, AP  
Tel. (96) 212-5304 / Fax. (96) 212-5303. E-mail: arnaldoqueiroz@hotmail.com;; saraneri@uol.com.br;  
rschagas@ig.com.br; wagnersema@bol.com.br

## INTRODUÇÃO

O uso de Sistemas de Informações Geográficas – SIG, como instrumento de gestão ambiental ganha espaço entre as boas experiências implementadas em diversas instituições pelo Brasil. A facilidade de acesso às novas tecnologias aliada a compreensão do amplo leque de aplicações que podem ser obtidas com o uso das ferramentas de geoprocessamento, está popularizando um ramo tecnológico, há pouco tempo restrito aos meios acadêmicos e às empresas especializadas.

Desde de 1999, a Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Amapá – SEMA começou a implantar o seu SIG, que foi denominado de Sistema de Informações Ambientais Georeferenciadas – SIAG, o qual encontra-se atualmente em fase de desenvolvimento de seu Banco de Dados, construído em plataforma *Oracle*. Concomitantemente ao desenvolvimento do Banco de Dados, a base cartográfica está sendo montada, constituída por diversos produtos cartográficos gerados pelo Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE do Amapá, que recém concluiu o Diagnóstico Ambiental da Região Sul do Estado, em escala 1:250.000, e pelo Gerenciamento Costeiro – GERCO/AP que está concluindo o Diagnóstico Ambiental da Zona Costeira Estuarina do Estado, em escala 1:100.000; além das cartas planimétricas do IBGE, em escala 1:100.000, que infelizmente não recobrem o território do Estado do Amapá na sua totalidade.

Ao passo que se avança na consolidação do SIAG, outras componentes da gestão ambiental também estão sendo implementadas, facilitadas pela clarificação de uma Política de Meio Ambiente instituída para o Amapá pelo Programa Estadual de Gestão Ambiental – PEGA, adotada em 1999 pela SEMA, como parte do Programa de Desenvolvimento Sustentável do Amapá - PDSA. O modelo conceitual do PEGA, atribui função estratégica ao monitoramento, cabendo-lhe orientar as ações de controle, educação ambiental e proteção de áreas, priorizando atitudes preventivas em detrimento às ações de repressão.

Com uma das menores taxas de desmatamento do país, o Amapá ainda mantém mais de 95% de sua vegetação nativa preservada (INPE, 2001), o que exige uma vigilância permanente para manutenção da qualidade ambiental vigente. A água é outro recurso que tem merecido especial atenção por parte da SEMA, em função de sua importância estratégica revelada pela escassez que acomete diversas regiões do país e do mundo. Particularmente na região Amazônica, detentora de 16% de toda água doce do planeta, a preocupação se volta para a manutenção da qualidade dos seus recursos hídricos. Por isso a SEMA iniciou no ano de 2000, o monitoramento da qualidade dos recursos hídricos superficiais da região sul do Amapá, compreendendo uma rede básica cobrindo aproximadamente 35% da superfície do Estado. Este projeto replica no Amapá algumas experiências bem sucedidas do Estado de Minas Gerais implementadas pela Fundação Estadual do

Meio Ambiente – FEAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM e Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, como o IQA e a Matriz de estado, pressão e resposta.

Em todo o Estado, o ZEE (1997) identificou 34 bacias hidrográficas, seis destas insulares, constituídas, em sua grande maioria por rios perenes, mesmo nos períodos de menor pluviosidade. Vinte e duas bacias possuem seus rios principais desaguardo no estuário do rio Amazonas e as demais no Oceano Atlântico. Os rios amapaenses sofrem em seus médio e baixo cursos forte influência das marés, ocorrendo em alguns deles o fenômeno da pororoca.

A população do Estado do Amapá é de, aproximadamente, 475 mil habitantes (IBGE, 2000), com cerca de 60% deste contingente concentrada na capital do Estado. A baixa densidade populacional tem permitido que os rios do Amapá se apresentem pouco pressionados, sendo ainda inexpressivos os conflitos pelo uso da água.

Este quadro, entretanto, não isenta o Estado de suas responsabilidades constitucionais em garantir a sadia qualidade ambiental para a atual e futuras gerações. Assim, aumenta a responsabilidade da SEMA em criar instrumentos que permitam a manutenção dos níveis de qualidade hoje existentes, e evitem os problemas ambientais criados pelo uso desregrado dos nossos recursos.

O lançamento de efluentes industriais e esgotos domésticos sem tratamento nos cursos d'água estão entre as principais causas para a degradação da qualidade ambiental dos recursos hídricos. Apesar do modesto parque industrial do Amapá, alguns empreendimentos são de potencialidades altamente poluidoras como aqueles que lidam com abate de animais, produtos alimentícios e químicos, celulose e outros, o que tem merecido um controle rigoroso da SEMA.

O lançamento de esgotos domésticos é sem dúvida a causa que mais preocupa as instituições ambientais, pois se caracteriza como fonte de poluição difusa e apresentar estreita relação com a condução das políticas públicas. Sustentando uma tendência nacional, o índice de cidades amapaenses atendidas por sistemas de esgotos são insignificantes. Em todo o Estado, há apenas um único sistema de tratamento de esgoto, implantado na cidade de Macapá atendendo cerca de 7% da população (SEDU, 1999), funcionando precariamente.

A maioria absoluta das cidades amapaenses localiza-se próximo ou às margens de um curso d'água e passa a ser a principal fonte de degradação ambiental dos recursos hídricos.

Em algumas bacias, no entanto, tem se observado que a degradação da qualidade da água superficial está provavelmente associada à criação de búfalos sem manejo adequado. Os impactos são medidos, principalmente, pelas alterações na turbidez, pH, coliformes fecais e oxigênio dissolvido.

O que se propõe neste trabalho, é apresentar o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais do Estado do Amapá, e como o SIAG está sendo empregado na

difusão das informações geradas possibilitando a materialização conceitual do PEGA, ou seja, o exercício de uma gestão ambiental integrada.

## REDE BÁSICA DE MONITORAMENTO

A rede básica de monitoramento conta atualmente com vinte e cinco pontos de coleta, distribuídos em sete bacias hidrográficas na região sul do Estado (Figura 01). Os pontos de coleta foram selecionados com base no diagnóstico sócio-ambiental do ZEE (1999) e visam monitorar os locais expostos a algum tipo de pressão antrópica.

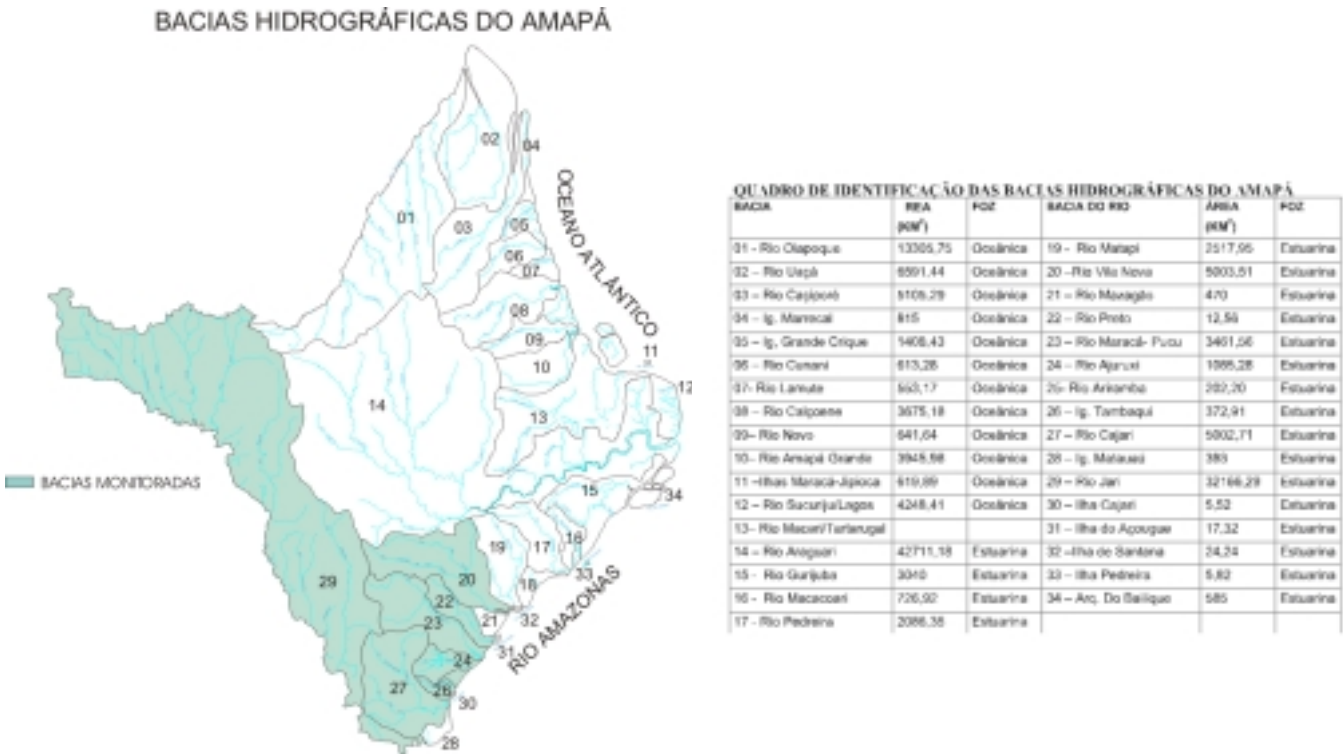


Figura 01 – Localização das bacias hidrográficas monitoradas

O Quadro I, mostra a distribuição dos pontos por bacia, sua localização e o tipo de pressão que se quer monitorar.

Quadro I – Pontos selecionados para monitoramento

Identificação do ponto	Localização/Coordenadas	Tipo de pressão
<b>Bacia do Rio Jari</b>		
JR-01	Jarilândia S01°07' 25.3"/W51°59'38.6"	Núcleo urbano
JR-02	Vitória do Jari – a jusante S00°56' 18.3"/W52°12'27"	Núcleo urbano/indústria
JR-03	Vitória do Jari – a montante S00°55'08.7"/W52°24'24.8"	Núcleo urbano/indústria
AP-01	Foz do rio Arapiranga S00°49'18.7"/W52°27'18.2"	Núcleo urbano / Caracterização de ecossistema
JR-04	Laranjal do Jari - a jusante S00°51'17.2"/W52°30'57.9"	Núcleo urbano
JR-05	Laranjal do Jari – a montante (Captação da CAESA) S00°49'25.2"/W52°31'26.4"	Núcleo urbano
IT-01	Foz do rio Iratapuru S00°33'59.6"/W52°34'41.8"	Núcleo urbano/caracterização de ecossistema
JR-06	Rio Jari S00°31'15.5"/W52°40'59.9"	Atividade de mineração
<b>Bacia do Rio Cajari</b>		
CJ-01	Foz do rio Cajari S00°48'24.6"/W51°43'10.9"	Caracterização de ecossistema
CJ-02	Foz do rio Muriacá S00°51'44"/W51°57'45.5"	Caracterização de ecossistema
CJ-03	Rio Cajari S0036'19.8"/W52°02'55.5"	Caracterização de ecossistema
CJ-04	Foz do rio Boca do Braço S00°36'32.7"/W52°03'31.9"	Caracterização de ecossistema
<b>Bacia do Rio Maracá</b>		
MR-01	Foz do rio Maracá S00°26'44.2"/W51°27'29"	Caracterização de ecossistema
MR-02	Rio Maracá S00°15'32.9"/W51°35'59.8"	Caracterização de ecossistema

MR-03	Igarapé do Lago S00°16'23.7"/W51°37'46.1"	Caracterização de ecossistema
<b>Bacia do Rio Preto</b>		
PR-01	Foz do rio Preto S00°18'44.2"/W51°22'12.2"	Bubalinocultura
PR-02	Rio Preto S00°06'04.4"/W51°22'12.2"	Bubalinocultura
PR-03	Foz do Igarapé do Breu S00°06'53.7"/W51°38'33.7"	Caracterização de ecossistema
<b>Bacia do Rio Vila Nova</b>		
VN-01	Furo do Mazagão – captação da CAESA, em Mazagão S00°06'47.1"/W51°16'55.3"	Núcleo urbano
VN-02	Rio Vila Nova S00°04'50.2"/W51°19'43.1"	Caracterização de ecossistema
VN-03	Foz do rio Camaipi S00°09'09.9"/W51°35'11.1"	Atividade de mineração
VN-04	Rio Vila Nova S00°09'52,1"/W51°34'34"	Atividade de mineração
VN-05	Rio Vila Nova S00°24'26.7"/W51°44'37.3"	Atividade de mineração
<b>Bacia do Rio Ariramba</b>		
AB-01	Foz do rio Ariramba S00°32'09.3"/W051°36'32.6"	Bubalinocultura
<b>Bacia do Rio Ajuruxi</b>		
AJ-01	Foz do rio Ajuruxi S00°32'09.3"/W051°32'29.7"	Bubalinocultura

Em cada campanha, doze parâmetros são analisados: amônia, cloretos, coliformes fecais, condutividade elétrica, fosfato total, nitrato, oxigênio dissolvido, pH, sólidos em suspensão, sólidos totais, temperatura da água e turbidez.

Para tornar os resultados do monitoramento mais acessíveis à sociedade e dotá-los de maior efetividade na tomada de decisão, foi empregado o cálculo do Índice de Qualidade da Água – IQA. O IQA foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation, USA, a partir de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, onde cada especialista selecionou, a seu critério, os

parâmetros mais relevantes para avaliar a qualidade das águas e estipulou, para cada um deles, um peso relativo na série dos parâmetros especificados.

A referida pesquisa definiu nove parâmetros mais representativos para caracterizar a qualidade das águas: coliformes fecais, DBO, fosfato total, nitrato, OD, pH, sólidos totais, temperatura da água e turbidez. A cada parâmetro foi atribuído um peso de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA, e traçadas curvas médias de variação da qualidade das águas em função da concentração do mesmo (FEAM, 1999).

Adota-se para cálculo do IQA uma fórmula multiplicativa cuja expressão é:

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i} \quad (1)$$

Sendo:

$q_i$  = qualidade do parâmetro  $i$  obtido através da curva média específica de qualidade; e

$w_i$  = peso atribuído ao parâmetro

Para o cálculo do IQA foi utilizado um software desenvolvido pela Fundação CETEC/MG, em linguagem FORTRAN, e adaptado por pesquisadores do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá - IEPA, para ser executado em planilha EXCEL.

Os valores do índice variam entre 0 e 100, permitindo diferenciar cinco faixas indicativas da qualidade da água, conforme especificado a seguir:

Tabela 01 – Índice de Qualidade da Água

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 \leq IQA \leq 25$

É importante ressaltar que o IQA é um indicativo da interferência de esgotos sanitários e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos na qualidade das águas, apropriado para qualificar as condições ambientais vigentes em regiões com maior contingente populacional. Posteriormente a prática do monitoramento poderá revelar que outros parâmetros são de maior importância para

definição da qualidade das águas da região, o que permitirá promover adaptações na metodologia para cálculo do IQA, refletindo melhor as peculiaridades da região.

A metodologia de análise de cada parâmetro está descrita no Quadro II, conforme o Standardt Methods for the Examination of Water and Wastewater (1985).

Quadro II – Metodologia de análise

<b>Parâmetro</b>	<b>Método</b>	<b>Equipamento</b>
PH	Eletrolítico	Potenciômetro
Temperatura ambiente		Termômetro
Temperatura amostra Condutividade Total de sólidos dissolvidos	Sonda – equipamento portátil	Conductivity / TDS METER
Amônia Nitrato Nitrito Sulfato Cloreto Fosfato	Colorimétrico	DR 2010 – HACH Espectrofotômetro
OD	Eletrolítico Sonda palorográfica	Medidor portátil de OD – MERCK
Turbidez	Passagem de luz através das partículas suspensas na amostra (método nefelométrico)	Turbidímetro portátil MERCK
Cloreto	Titulométrico	Tilrator HACH
Coliformes	Técnica dos Tubos Múltiplos	TTM
ST	Pesagem/ filtração	Sistema de filtração/ estufa

Parte dos parâmetros são medidos "*in loco*" através de equipamentos portáteis. Outros são analisados através da amostras preservadas, coletadas nos pontos de amostragem e transportadas para o laboratório de análises químicas da SEMA, em Macapá.

Os pontos que sofrem os efeitos mais intensos do ciclo de maré, particularmente aqueles posicionados nas foz dos rios que deságuam no rio Amazonas, foram monitorados em fase de maré baixa quando é menor a influência do rio Amazonas nas propriedades das águas dos rios de foz estuarina.

## RESULTADOS

Os resultados que se apresentam, foram obtidos em duas campanhas realizadas no final do ano 2000, período de estiagem das chuvas na região, com intervalo de um mês entre elas.



Em função de o Amapá não ter o enquadramento de todos os seus rios, na Resolução 20/86 do CONAMA, esses passam a ser classificados como de Classe 2. Os parâmetros definidos como anômalos são aqueles cujos valores das concentrações encontrados nas águas estão em desacordo com o intervalo ou Valor Máximo Permitido – VMP contido na referida Resolução.

É importante salientar, que dentre os doze parâmetros analisados, a amônia ( $\text{NH}_3$ ) apresentou, em todos os vinte e cinco pontos monitorados, valores acima de 0,02 mg/L, que a Lei estabelece como limite máximo para rios de Classe 2, mesmo naqueles tidos como referência das condições naturais do recurso hídrico, distantes de atividades antrópicas. O fosfato (P), com exceção do ponto CJ-03, mostrou-se também com valores discordantes para rios de Classe 2.

Uma hipótese para este fato, é a presença da grande quantidade de matéria orgânica em decomposição carregada para os rios oriunda da densa cobertura vegetal presente na região.

Em contrapartida, outros parâmetros como turbidez, cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), sólido em suspensão e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) mostraram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação ambiental, em todos os pontos monitorados. Via de regra, valores anômalos de coliformes fecais foram detectados em todos os pontos próximos à aglomerações humanas, ou próximo de áreas de ocupação de criação búfalos.

Nas duas maiores cidades existentes no rio Jari, Laranjal e Vitória do Jari, com uma população estimada em 1999, respectivamente, em 27,6 mil e 7,5 mil habitantes, parte significativa da população habita palafitas, erguidas nas planícies de inundação e que avançam sobre o leito do rio, desprovidas de sistema de coleta. Parte significativa do esgoto doméstico gerado pela população é lançado diretamente nas águas do rio, o mesmo acontecendo com os resíduos produzidos nos inúmeros matadouros clandestinos ali existentes. Grande quantidade de lixo também se acumula às suas margens e sob as palafitas. Toda essa matéria orgânica presente nas águas poderia explicar os valores elevados de coliformes fecais encontrados, bem como de amônia e fosfato.

Nos baixo e médio cursos dos rios há forte influência das marés que, por sua vez, exerce importante influência na dispersão de coliformes fecais. Quando a maré está em regime de enchente, a pluma de contaminação desloca-se rio acima. Valores anômalos de coliformes passam então a serem observados nos pontos a montante das cidades, enquanto a jusante os números ficam abaixo do VMP. Na inversão do fluxo de maré, a situação também se inverte, ficando as águas, à jusante das cidades, impróprias para uso.

Em alguns pontos localizados nas bacias dos rios Cajari, Maracá e Preto, detectou-se valores de pH abaixo de 6, definido como valor limite para rios de Classe 2; associado frequentemente a baixa concentração de oxigênio e valores elevados de amônia e fosfato. Suspeita-se que a produção de ácidos húmicos, gerados na decomposição da matéria orgânica vegetal possa contribuir para esse quadro. A matéria orgânica é carregada para os rios tanto por fatores naturais – principalmente as inundações periódicas, comuns na região – como também pode estar sendo maximizada pelo

pastoreio de búfalos que devido ao pisoteio das margens dos rios, provocam o seu desbarrancamento e o conseqüente lançamento vegetação para as águas.

### Carta do Índice de Qualidade das Águas - IQA

Anteriormente, foram apresentados os conceitos teóricos empregados para o cálculo do IQA. Uma versão do programa para o cálculo do IQA foi desenvolvido em planilha EXCEL por pesquisadores do IEPA. A partir dos valores dos parâmetros monitorados, calculou-se os valores do IQA para os vinte e cinco pontos da rede de monitoramento. O Quadro III mostra estes resultados.

Quadro III – Resultado do cálculo do IQA para os pontos monitorados

Pontos	IQA por Campanha			IQA médio do Período	
<b>JR-01</b>	Camp1	73,4	Bom	73,1	Bom
	Camp2	72,9	Bom		
<b>JR-02</b>	Camp1	61,3	Médio	64,1	Médio
	Camp2	67,0	Médio		
<b>JR-03</b>	Camp1	77,3	Bom	76,4	Bom
	Camp2	75,6	Bom		
<b>AP-01</b>	Camp1	62,8	Médio	66,5	Médio
	Camp2	70,2	Bom		
<b>JR-04</b>	Camp1	68,9	Médio	68,1	Médio
	Camp2	67,3	Médio		
<b>JR-05</b>	Camp1	64,9	Médio	70,6	Bom
	Camp2	76,4	Bom		
<b>IT-01</b>	Camp1	69,0	Médio	72,0	Bom
	Camp2	75,0	Bom		
<b>JR-06</b>	Camp1	80,0	Bom	79,5	Bom
	Camp2	78,9	Bom		
<b>CJ-01</b>	Camp1	73,7	Bom	74,5	Bom
	Camp2	75,2	Bom		
<b>CJ-02</b>	Camp1	58,0	Médio	58,1	Médio
	Camp2	58,1	Médio		
<b>CJ-03</b>	Camp1	66,4	Médio	64,2	Médio

	Camp2	62,0	Médio		
<b>CJ-04</b>	Camp1	71,3	Bom	69,4	Médio
	Camp2	67,6	Médio		
<b>MR-01</b>	Camp1	72,2	Bom	73,6	Bom
	Camp2	74,9	Bom		
<b>MR-02</b>	Camp1	66,3	Médio	67,9	Médio
	Camp2	69,5	Médio		
<b>MR-03</b>	Camp1	54,7	Médio	63,4	Médio
	Camp2	72,1	Bom		
<b>PR-01</b>	Camp1	69,4	Médio	66,2	Médio
	Camp2	63,0	Médio		
<b>PR-02</b>	Camp1	62,6	Médio	66,8	Médio
	Camp2	70,9	Bom		
<b>PR-03</b>	Camp1	51,9	Médio	53,8	Médio
	Camp2	55,7	Médio		
<b>VN-01</b>	Camp1	68,5	Médio	70,7	Bom
	Camp2	72,9	Bom		
<b>VN-02</b>	Camp1	65,8	Médio	67,8	Médio
	Camp2	69,8	Médio		
<b>VN-03</b>	Camp1	68,3	Médio	70,9	Bom
	Camp2	73,5	Bom		
<b>VN-04</b>	Camp1	67,4	Médio	71,1	Bom
	Camp2	74,8	Bom		
<b>VN-05</b>	Camp1	63,0	Médio	72,9	Bom
	Camp2	82,9	Bom		
<b>AB-01</b>	Camp1	69,5	Médio	67,3	Médio
	Camp2	65,0	Médio		
<b>AJ-01</b>	Camp1	64,3	Médio	67,0	Médio
	Camp2	69,7	Médio		

Observa-se, entretanto, que nas duas campanhas realizadas não foi medido os valores de DBO, um dos nove parâmetros adotados para o cálculo do IQA, devido a problemas operacionais no laboratório. Estipulou-se então, para todos os casos analisados, DBO = 1mg/L (Classe 2), por conveniência.

Com os valores calculados, pode-se então gerar a carta do IQA (Figura 02). Para cada uma das cinco classes de qualidade, atribuiu-se uma cor. O ponto de monitoramento é a referência para classificar o curso d'água a montante.



Figura 02 – Carta do IQA dos rios monitorados

Com os resultados alcançados nas duas campanhas de monitoramento algumas indicações já podem ser tiradas como a necessidade de se avaliar o peso relativo atribuído aos parâmetros utilizados para definição do IQA. Observou-se que os rios amazônicos apresentam naturalmente níveis de matéria orgânica e sedimentos diferenciados de outras regiões do Brasil, e interferem na classificação da qualidade das águas proposta pelo modelo adotado. Compreende-se que as observações aqui comentadas não são conclusivas, mesmo porque, ainda se carece de uma série histórica de dados que permita uma análise mais acurada do comportamento temporal dos parâmetros monitorados.

## PROJETO SIAG

As instituições que se ocupam com a gestão do meio ambiente lidam necessariamente com uma grande quantidade de dados espaciais e seus respectivos atributos, compondo um cenário de

relações muitas vezes complexo, exigindo tomadas de decisões rápidas e precisas. Para otimizar e melhorar a eficácia do processo de gestão ambiental hoje se faz necessário a utilização de ferramentas tecnológicas que possibilitem a análise espacial e a manipulação de grandes volumes de informações. Os SIG's surgem então como um suporte importante à criação, manutenção, consulta e análise espacial de um conjunto grande e diversificado de variáveis ambientais.

Segundo Lobo (1994), SIG é um sistema computacional que permite a associação de dados gráficos com bancos de dados alfanuméricos (Figura 03), que serve de base para a gestão espacial e, consequentemente, a soluções de problemas em determinadas áreas da superfície terrestre, ou ainda pode ser entendido como o ambiente que permite a integração e a interação de dados referenciados espacialmente com vistas a produzir análises espaciais como suporte à decisão técnica ou política.

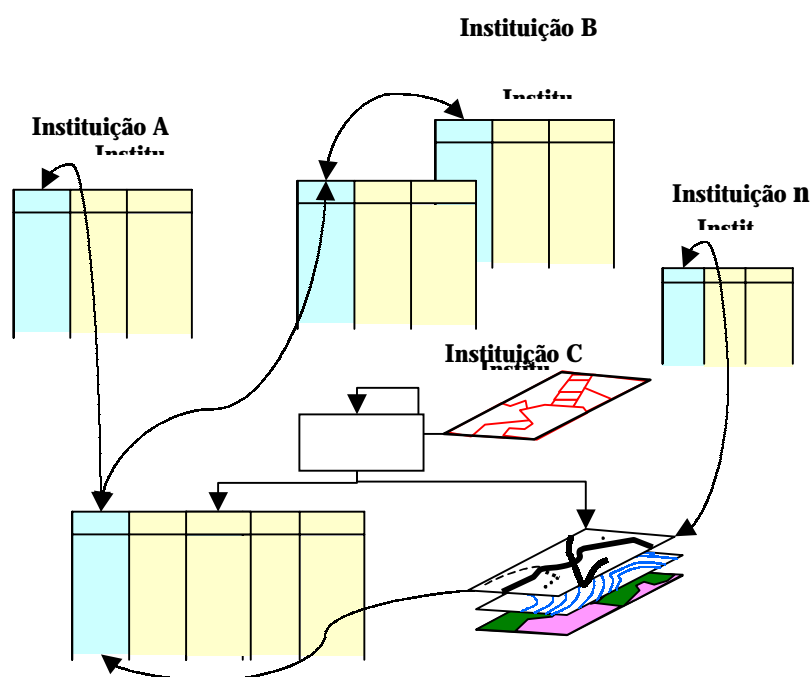


Figura 03 – Modelo esquemático de funcionamento de um SIG

O SIG reúne um conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar recuperar, transformar e representar visualmente dados espaciais, à partir do mundo real, para um conjunto particular de propósitos (Burrough, 1989).

O projeto SIAG foi criado para ser um SIG voltado ao auxílio da gestão dos recursos naturais do Amapá. Sua implantação iniciou em 1999 a partir da aplicação dos recursos do Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais – PPG7, a SEMA adquiriu hardware, software e proporcionou a capacitação técnica necessária para o início do projeto, principalmente em geotecnologias voltadas para sensoriamento remoto, Sistema de Posicionamento Global – GPS e desenvolvimento de banco de dados.

No Quadro IV, estão listados alguns benefícios que o SIAG proporcionará quando totalmente implementado.

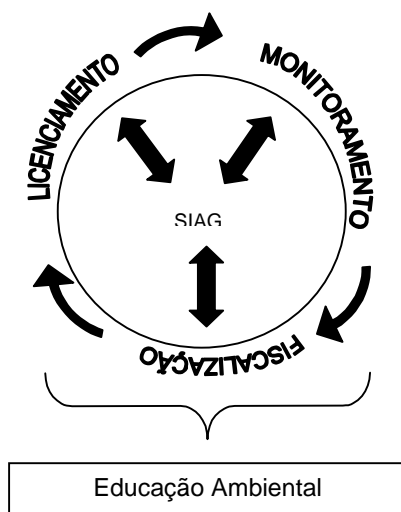
Tabela 02 – Vantagens do uso do SIAG (Souza Jr., 1999)

Vantagens do Geoprocessamento	Vantagens Potenciais do SIAG	Áreas de Aplicação
Redução de custos operacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planejamento estratégico para definição de áreas críticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiscalização</li> <li>• Monitoramento da cobertura vegetal</li> </ul>
Aumento na eficiência	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acesso mais rápido às informações geográficas do Estado</li> <li>• Facilidade na atualização de banco de dados</li> <li>• Ferramentas para a análise de variáveis e fenômenos espaciais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle fundiário</li> <li>• Educação ambiental</li> <li>• Mineração</li> <li>• Arrecadação de impostos</li> <li>• Planejamento regional</li> <li>• Extensão rural</li> <li>• Planejamento socio-econômico</li> </ul>
Integração de banco de dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de custos para construção e da redundância de banco de dados</li> <li>• Aumento do grau de interação entre as instituições do Estado</li> </ul>	

### SIAG como Instrumento de Difusão do Monitoramento

Compreende-se que a geração da informação é parte de um processo cujo fim deve culminar em ações articuladas de diferentes atores atuantes sobre um espaço natural, na busca do equilíbrio de sistemas produtivos com as potencialidades e vulnerabilidades deste meio. Por isso, há toda uma preocupação em se estabelecer estratégias eficientes de difusão das informações geradas pelas atividades de monitoramento.

Em sua atual fase de desenvolvimento o SIAG já possibilita um fluxo de informações mais intenso entre os setoriais da SEMA, possibilitando uma maior integração entre as atividades desenvolvidas por cada setor. O Esquema a seguir ilustra esse processo:



Quando o SIAG estiver totalmente implementado, instituições públicas e a sociedade em geral, poderão conectar-se ao sistema através da Internet, dispondo dos produtos gerados pelo monitoramento como as cartas de IQA, estatísticas dos parâmetros monitorados, além da Matriz de Ações Recomendadas que se constitui em documentos baseado no tripé: Estado, Pressão e Resposta, propondo intervenções com vistas a evitar ou mitigar impactos sobre a qualidade dos recursos hídricos, a exemplo dos procedimentos adotados por outros estados que praticam o monitoramento (FEAM, 1999).

A interatividade do sistema com o usuário já está sendo testada no protótipo do Sistema implantado na Intranet da SEMA. Uma aplicação em teste apresenta a rede hidrográfica da região sul do Amapá, e todos os pontos da rede básica de monitoramento. Para cada ponto, existe um banco relacional contendo informações descritivas do local onde se encontra, tais como posicionamento geográfico, características naturais, acesso, fontes potenciais de degradação além de uma imagem fotográfica panorâmica do local. Todos os parâmetros monitorados e os valores medidos para cada campanha também podem ser consultados, bem como a carta do IQA (Figura 04).

O sistema ainda passará por um processo de customização, onde sua interface de menus e botões será traduzida e simplificada de forma a facilitar aos usuários, pouco familiarizados com técnicas de geoprocessamento, o acesso às informações.

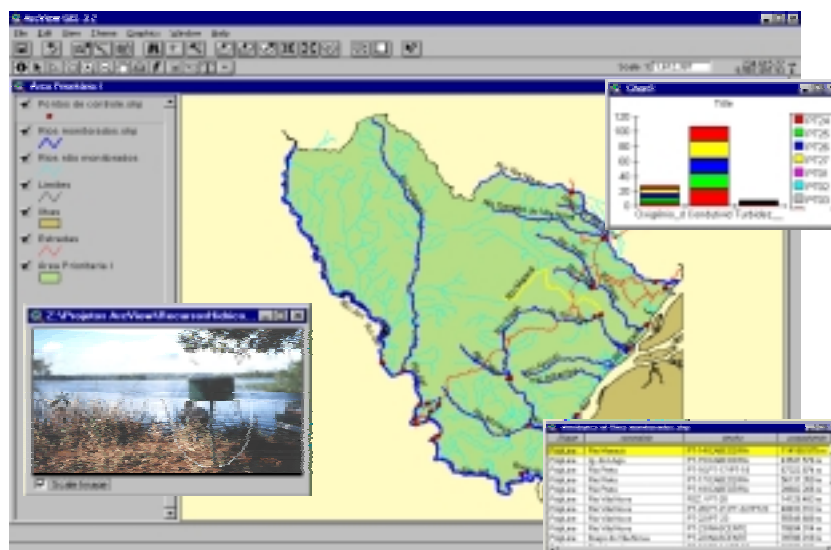


Figura 04 – Exemplo dos resultados do monitoramento disponibilizados pela Internet

Também está sendo implementado a automação do cálculo do IQA e a conseqüente geração da carta, a partir de aplicativos associados ao sistema. Isto permitirá maior interatividade do usuário com o SIAG.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tanto o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais quanto o SIAG, são projetos em desenvolvimento. Mas são tidos como iniciativas inovadoras e têm merecido apoio dos órgãos financiadores, pois já mostram sua aplicabilidade em situações práticas ligadas a gestão ambiental.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Governo do Estado Amapá e o Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais – PPG7/MMA, que financiam o Programa de Monitoramento da Qualidade Superficial de Recursos Hídricos e o Sistema de Informações Ambientais Georeferenciadas, bem como, às instituições mineiras: FEAM, IGAM e CETEC pelo suporte técnico ao projeto.



## **BIBLIOGRAFIA**

- APHA, 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16. Ed. New York.
- BURROUGH, P. 1989. Principles of geographic system for land resources assessment. Oxford: Clarendon Press.
- FEAM, 1999. Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais em 1998. Belo Horizonte
- INPE, 2001 –<http://www.inpe.br>
- LOBO, M. 1994. Introdução ao Geoprocessamento. Apostila. Curitiba/PR: CIEG/UFPR
- SEDU – Secretaria de Desenvolvimento Urbano, 1999. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento/SNS.
- SOUZA JR, C. 1999. Concepção do Sistema de Informações Ambientais Georeferenciadas – SIAG – GEA/Macapá: Secretaria de Estado do Meio Ambiente
- ZEE, 1997. Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Amapá. Escala 1:1.000.000: Relatório Final. GEA/Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá.
- ZEE, 1999. Zoneamento Ecológico Econômico da Área Prioritária I. Escala 1:250.000: Relatório Técnico. GEA/ Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá.