AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM ÁREAS DE CERRADO: EXEMPLO DA REGIÃO DAS NASCENTES DO RIO ARAGUAIA, GO

P. M. Barbosa, A. B. De Campos, L. F. S. Cherem, W. L. Mendonça Neto

RESUMO

A água se constitui em um recurso essencial para a existência da vida. Os usos múltiplos da água e o uso do solo podem afetar a qualidade desse recurso. Sendo assim, a pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade da água em 11 bacias do Alto rio Araguaia, no setor goiano, e identificar bacias críticas quanto a qualidade da água. A metodologia foi desenvolvida a partir das questões que envolvem o uso do solo e a qualidade da água; classificação de imagens RapidEye; trabalho de campo para coleta de amostras de água; e aplicação do IQA. Dentre as bacias, a única que contém área urbana, foi àquela que apresentou os piores resultados para qualidade da água. Os resultados apontaram para a interferência do uso do solo e dos atributos físico-naturais da área na qualidade da água.

1 INTRODUÇÃO

A água se constitui em um recurso essencial para a existência da vida. A água doce e líquida do planeta está disponível em lagos, represas, águas subterrâneas e rios. A manutenção desse recurso está condicionada ao ciclo hidrológico que a partir dos seus componentes, precipitação, evaporação, transpiração, infiltração, percolação, e drenagem, permite o movimento contínuo da água (TUNDISI, 2011).

Fatores naturais e antrópicos são responsáveis pelas alterações na quantidade e qualidade da água, que podem ser entendidos a partir da variabilidade temporo-espacial. A variação temporal ou sazonal que mais interfere na qualidade da água é aquela representada pelo clima de determinada região, principalmente pelo fator precipitação. A variabilidade espacial pode ser entendida de forma mais ampla e se refere a um conjunto de elementos físico-naturais e antrópicos, os primeiros representados pelo sistema rocha-solo-relevo-vegetação e o segundo pelos usos múltiplos da água e o uso do solo (PINHEIRO, 2004).

A agricultura é a atividade humana que mais demanda água para a produção, supera os usos domésticos e industriais, como revelam os dados de demandas hídricas no Brasil indicados por (TUNDISI, 2011). O uso e manejo da terra, a remoção da vegetação natural e a utilização de fertilizantes e agrotóxicos são as principais ações antrópicas que causam impactos como

a poluição e a contaminação das águas[1], esses impactos podem ocorrer simultaneamente e por meio de três circunstâncias principais: precipitação; escoamento superficial; e infiltração (MOTA, 2011).

Esses processos responsáveis pela dinâmica fluvial são fundamentais para a manutenção e equilíbrio do ciclo hidrológico. Contudo, as atividades humanas, territorializadas nas bacias hidrográficas, comprometem a dinâmica natural. O uso e manejo do solo se configuram nas formas mais expressivas de degradação ambiental e a água fluvial receptora da matéria produzida nas bacias torna-se vulnerável as ações que nelas ocorrem.

No contexto da região centro-oeste do Brasil, o estado de Goiás esteve e está no cerne do desenvolvimento agrícola, sendo considerado, juntamente com outros estados da região, o celeiro do país. As políticas de incentivos fiscais; a localização geográfica estratégica; as condições ambientais favoráveis; os avanços tecnológicos; o pacote verde; a oferta de terras; a infraestrutura de logística; e a vasta rede drenagem foram os principais fatores que contribuíram para a expansão do agronegócio nesse estado. Contudo, o desenvolvimento econômico vigente e as práticas de manejo do solo que acompanham essas atividades são extremamente degradantes do solo e da água.

Estudos em território nacional que visaram avaliar a qualidade da água (ALMEIDA; SCHWARZBOLD, 2003; Ramos et al., 2006; Bonnet et al. 2008; ROCHA et al., 2013) identificaram correlações significativas entre qualidade da água e uso do solo e/ou precipitação. Almeida, Schwarzbold (2003), no Rio Grande do Sul, avaliaram a relação da qualidade da água com a sazonalidade e uso do solo e constataram que, no geral, a pior qualidade da água foi aquela durante o período chuvoso, o que evidencia a relação inversamente proporcional da chuva e qualidade da água. Contudo, esses resultados são de uma avaliação geral, pois ao olhar os resultados isoladamente alguns parâmetros apresentam resultados semelhantes tanto no período seco, quanto no chuvoso, como o caso do nitrato, um parâmetro mais associado ao uso do solo do que à sazonalidade.

Em Goiás, Bonnet et al. (2008) analisaram as relações entre qualidade da água e uso do solo e assim como Almeida; Schwarzbold (2003), Ribeiro (2010), Blume et al. (2010), Damasceno et al (2008), Freire; Castro (2013) constataram a tendência das bacias mais convertidas para o uso agropecuário apresentarem os piores resultados para qualidade da água. Em áreas de Cerrado, também em Goiás, Rabelo et al. (2009) encontraram relações significativas entre a influência do uso do solo e qualidade da água comparando duas bacias hidrográficas com distintos graus de antropização. A piora da qualidade da água esteve associada à bacia que apresentou maior percentual de áreas antropizadas.

Tendo em vista o modelo de uso e ocupação do solo vivenciado pelo estado de Goiás e a importância do rio Araguaia em um contexto regional e nacional esse trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água de 11 nascentes do Alto rio Araguaia, em Goiás. Para isso, apresenta-se a seguir, a área de estudo, a metodologia, seguida dos resultados e discussão, considerações finais e referências.

---

[1] A poluição está relacionada às alterações físicas da água, que estão no campo do visível, como cor, odor e sabor, enquanto que a contaminação se refere às características químicas e biológicas que interferem sobremaneira na saúde da biota aquática e dos seres humanos (PINHEIRO, 2004; RIBEIRO, 2010).

2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo pertence à Região Hidrográfica do Araguaia-Tocantins, uma das doze regiões hidrográficas do Brasil, possui uma área de 918.822 km² e representa 11% do território nacional (ANA, 2014). Essa região abrange os estados de Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Pará, Maranhão e Distrito Federal. Esse estudo em específico contempla a região da Alta bacia do Araguaia, onde foram selecionadas onze bacias afluentes diretos do rio Araguaia, representando algumas de suas nascentes do lado goiano, como é ilustrado na figura 1.

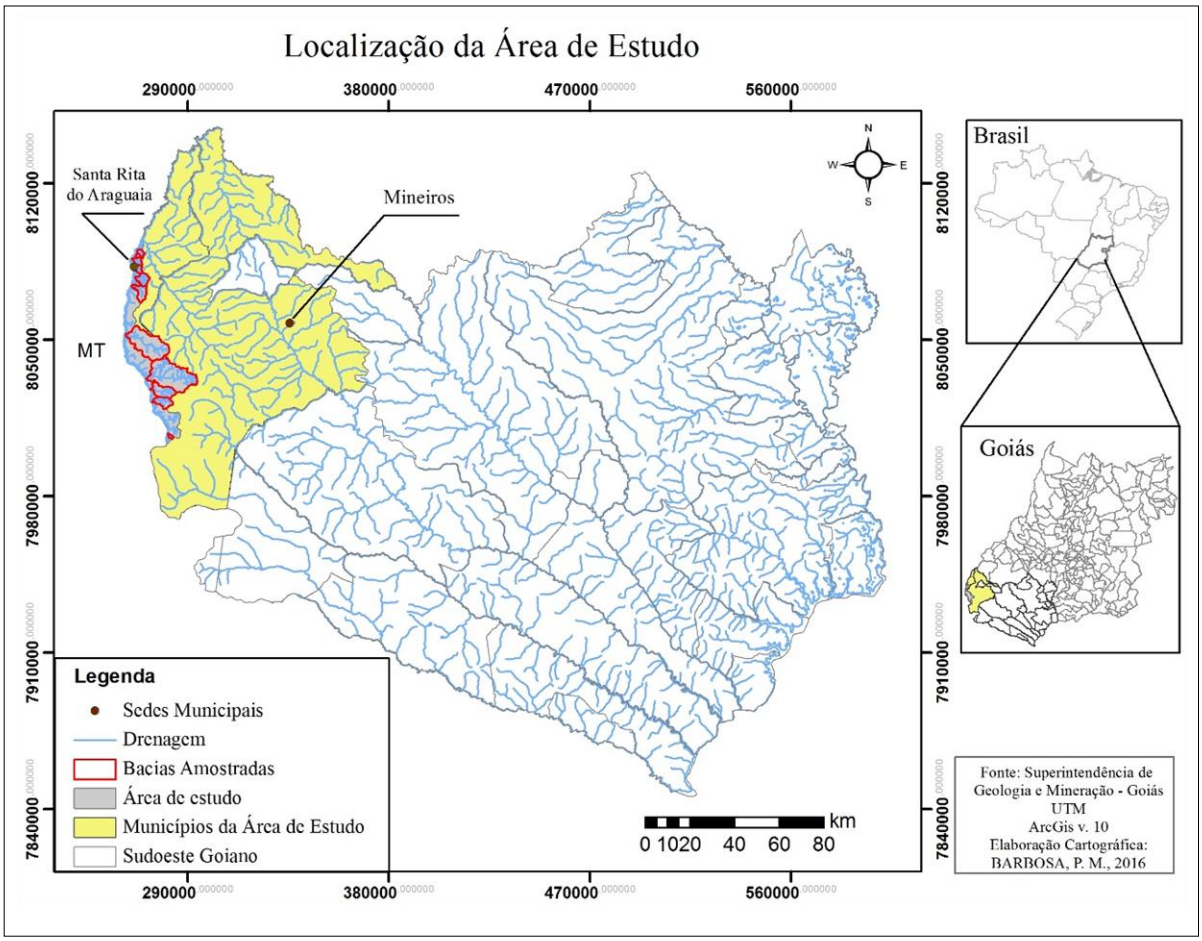

Fig. 1 Mapa de Localização da Área de Estudo

O alto curso do rio Araguaia localiza-se no gráben homônimo. As rochas que ocorrem na área de estudo datam desde o período Permiano até o Quaternário, e são pertencentes à Bacia Sedimentar do Paraná. A Formação Botucatu, composta principalmente de arenitos, é predominante na área de estudo, fato esse que confere certa homogeneidade às características físico-ambientais (AQUINO et al., 2009).

O relevo da área é residual, caracterizado por morros e morrotes, constituídos por topos aplainados que atingem 900 m nos interflúvios, escarpas com 100 m de variação altimétrica e, no sopé das escarpas, relevo pouco dissecado. Os padrões de drenagem são dendríticos nas cabeceiras e paralelos nos canais principais (CASTRO et al., 2004).

Em termos gerais, o relevo da área é homogêneo os interflúvios apresentam relevo pouco dissecado, com variação de plano (0-3%) à suave ondulado (3-8%), enquanto que no sopé, próximo aos canais fluviais, se concentram as maiores declividades, com predominância de relevo ondulado (9-13%) e com menor representatividade, o relevo forte ondulado (21-45%) (PEREIRA; LOMBARDI NETO, 2004).

As principais classes de solo da área de estudo são os Neossolos Quartzarênicos; os Neossolos Litólicos; os Latossolos Vermelhos; e os Gleissolos. Os Neossolos, predominantes na área de estudo, são caracterizados pela pouca espessura ao longo do perfil, aproximadamente 20 cm ou menos, e pela inexistência do horizonte B.

A classificação climática de Goiás, segundo a classificação de Köppen, é de *Clima tropical de Savana* (Aw) e apresenta como principais características, duas estações climáticas bem definidas, um verão chuvoso de outubro a abril e um inverno seco de maio a setembro (SGM, 2006). Essas características climáticas conferem à região significativa influência do clima sobre os demais elementos do meio físico como solo, relevo, vegetação e água.

3 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos seguidos durante a pesquisa podem ser classificados em três etapas principais, etapa de gabinete, trabalho de campo; e laboratorial. As etapas foram fundamentadas a partir de referenciais teórico-metodológicos utilizados tanto pela Geografia Física, quanto por outras ciências como a Engenharia Ambiental; Engenharia Sanitária; Agronomia; Química; e outras que estudam o ambiente.

3.1 Trabalho de Campo

Após a fase de fundamentação teórica, seguiu-se com a elaboração de mapas temáticos da área de estudo a fim de subsidiar os trabalhos de campo. Foram realizadas duas campanhas de campo para a coleta das amostras de água, a primeira ocorreu no mês de outubro do ano de 2012; já a segunda ocorreu no mês de abril do ano de 2013. Foram escolhidos esses períodos do ano com o objetivo de contemplar o início e o final da estação chuvosa, respectivamente, pois as condições climáticas influenciam sobremaneira, na qualidade das águas.

Para realizar a medição dos parâmetros físico-químicos da água utilizou-se um equipamento multiparâmetros da marca HANNAH. O procedimento de coleta consistiu na imersão do equipamento nas águas dos cursos fluviais até a estabilização, e em seguida foram lidos os valores dos parâmetros temperatura, pH, OD, Eh, e TDS, enquanto que a análise dos parâmetros nitrato e fósforo foram realizadas nos laboratórios da Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC-GO e Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG – Campus Goiânia, utilizando o método do espectrofôtometro de varredura para nitrato e fósforo.

3.2 Gabinete

A fase de gabinete consistiu em procedimentos metodológicos pré e pós-campo, subdivididos em: revisão bibliográfica, obtenção de dados secundários, elaboração de mapas, classificação das imagens do satélite RapidEye para produção do mapa de uso do solo e tratamento e análise dos dados e informações.

O referencial teórico que embasou a pesquisa teve como foco principal a temática de qualidade da água e para isso foi preciso consultar as diversas áreas do conhecimento que trabalham esse tema, como a Geografia, as Engenharias, a Agronomia, e a Química.

Para a obtenção de dados secundários recorreu-se a diversas fontes, dentre essas destaca-se a SGM; CPRM/SGM-FUNMINERAL; IBGE; INMET; EMBRAPA; INPE; MMA; e ANA.

O mapa de uso do solo das bacias amostradas foi elaborado a partir de cenas do satélite RapidEye, ano 2011. Utilizou-se oito imagens RapidEye para cobrir as onze sub-bacias. A classificação das imagens foi realizada no ArcGis v. 10 a partir de uma chave de classificação disponibilizada pelo projeto integrante da Rede Goiana de Pesquisa, o Programa de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Rio Araguaia: Avaliação das Áreas de Preservação Permanente - APP de Drenagem no Setor Sul da Alta Bacia do Rio Araguaia, Município de Mineiros, GO, coordenado pela Profª. Dra. Selma Simões de Castro. A classificação dessas imagens permitiu identificar seis classes de uso do solo: Formação Campestre, Formação Florestal, Agricultura, Pastagem, Solo Exposto e Área Urbana. A classificação foi do tipo supervisionada. Utilizou-se o algoritmo de Máxima Verossimilhança (MAXVER), em que a classificação é feita pixel a pixel, onde regiões homogêneas da imagem são selecionadas e agrupadas a fim de definir classes representativas. Os ruídos foram corrigidos manualmente no ArcGis v. 10. Após as correções, as imagens já classificadas foram transformadas em shapes para a elaboração dos mapas de uso do solo e os cálculos de área de cada classe de uso foram exportados para uma tabela no Excel.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram confrontados com os limites estabelecidos pela resolução 357 do CONAMA de 2005 para uso da água classe 2, a fim de identificar quais parâmetros apresentam valores fora do padrão.

Para organização, tratamento e análise de dados espaciais utilizou-se o SIG ArcGis, versão 10; já, os demais dados e informações contidos na pesquisa são apresentados na forma de tabelas, gráficos e quadros gerados no Excel com o intuito de sintetizar, agrupar, e correlacionar as informações. Tendo em vista a influência do uso do solo e da precipitação na qualidade da água, realizou-se uma análise comparativa entre os parâmetros de qualidade, uso do solo e precipitação.

Optou-se por utilizar o mesmo IQA utilizado pela CETESB, no entanto foi preciso adaptar o IQA e de um universo de nove parâmetros foram utilizados seis. Além da adequação foi necessária a normalização dos valores de referência, pois cada parâmetro possui um peso específico. Após todos os procedimentos de adequação e normalização de valores, utilizou-se o Excel para chegar aos valores de IQA. A figura 2 ilustra a normalização do IQA.

IQA – CETESB		Normalização	
Ótima	$80 \leq IQA \leq 100$	**Ótima**	$17,6 \leq IQA \leq 22$
Boa	$52 \leq IQA < 80$	**Boa**	$11,4 \leq IQA < 17,6$
Aceitável	$37 \leq IQA < 52$	**Aceitável**	$8,14 \leq IQA < 11,4$
Ruim	$20 \leq IQA < 37$	**Ruim**	$4,4 \leq IQA < 8,14$
Péssima	$0 \leq IQA < 20$	**Péssima**	$0 \leq IQA < 4,4$

Figura 2 – IQA – CETESB e IQA Utilizado na Pesquisa Após Normalização

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Uso do Solo

Os usos do solo encontrados nas bacias amostradas demonstram que, assim como as demais áreas de Cerrado o uso agropecuário tem sido preponderante. Apenas a bacia 5 alcançou 50% de vegetação natural, em consonância também foi a bacia que apresentou melhor grau de preservação da zona ripária, com 94%, como pode ser visualizado na figura 3 e 4.

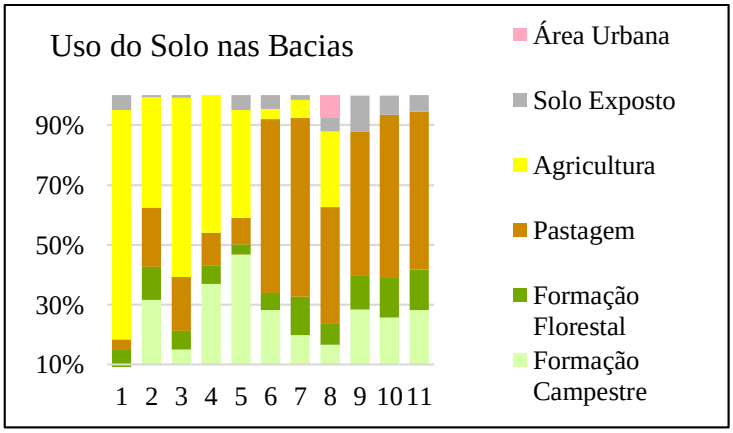

Fig. 3 – Gráfico do uso do solo nas bacias amostradas

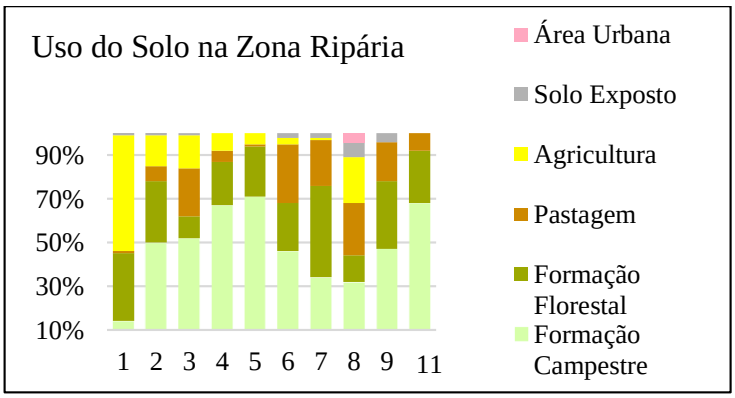

Fig. 4 – Gráfico do uso do solo na zona ripária das bacias amostradas

Em contrapartida a bacia 1, proporcionalmente, apresentou maior grau de antropização, apenas 14% de vegetação natural, esse padrão também se confirmou nas taxas de vegetação natural em zona ripária, que alcançou apenas 45%. Constatou-se que as bacias com maiores percentuais de pastagem também foram aquelas que exprimem maior proporção de solo exposto.

Observa-se dois padrões de uso do solo nas bacias amostradas que corroboram com a expansão agrícola do processo histórico de ocupação da área. O primeiro é referente às bacias localizadas ao sul da área de estudo, com áreas preponderantes no município de Mineiros e que corresponde às áreas com maiores proporções de agricultura, enquanto que o segundo padrão corresponde à porção ao norte da área de estudo, englobando o município de Santa Rita do Araguaia, onde ocorrem as maiores proporções de pastagem. Uma hipótese é de que as áreas de agricultura estejam avançando em áreas de pastagem.

4.2 Resultados dos Parâmetros Físico-Químicos da Água

Os valores estabelecidos pelo CONAMA para águas doces classe 2 podem ser visualizados na tabela 1.

Tabela 1 – Relação dos Parâmetros Físico-Químicos Analisados e Respectivos Valores estabelecidos pelo CONAMA

Parâmetros	Valores Estabelecidos
Temperatura	sem valores estabelecidos
Total de Sólidos Dissolvidos	500 mg/L
Potencial Hidrogeniônico	entre 6 e 9
Potencial Redox	sem valores estabelecidos
Oxigênio Dissolvido	>5 mg/L
Nitrato	< 10 mg/L
Fósforo	< 0,1 mg/L

Os parâmetros físico-químicos da água analisados em campo são apresentados na tabela 2 e 3, para o início e final da estação chuvosa, respectivamente.

Tabela 2 – Parâmetros Físico-químicos analisados no início da estação chuvosa

Bacias	Temperatura (°C)	pH	OD	Eh	TDS	Nitrato	Fósforo
1	24,11	5,17	1,25	271,3	3	5,76	3,62
2	23,26	6,03	1,92	245,8	2	6,8	4,68
3	24,02	5,35	2,51	276,3	2	6,4	4,76
4	23,28	5,88	2,25	259,1	2	6,28	4,33
5	24,56	6,55	0,92	240,4	2	6,28	5,33
6	24,6	5,34	0,54	266,2	0	6,52	5
7	23,22	6,69	0,88	227,9	5	7,2	4,57
8	25,13	7,42	0,26	166,7	65	11	5,44
9	25,01	7,54	1,23	184,8	20	7,32	4,73
10	23,99	7,48	1,36	263,5	23	7,72	5,19

11	22,62	7,16	1,21		33	9,8	5,27

Tabela 3 – Parâmetros Físico-químicos analisados no final da estação chuvosa

Bacias	Temperatura (°C)	pH	OD	Eh	TDS	Nitrato	Fósforo
1	24,2	6	6,7	284	3	9,08	4,16
2	24	4,7	4,84	179	2	9,88	5,71
3	23,7	5,5	7,11	236,5	-*	-*	6,09
4	22,6	5	7	228,6	-*	10,12	5,63
5	24,6	5,5	7,3	243,1	3	9,28	6,49
6	25,3	5,5	4,52	331,7	2	6,48	4,81
7	23,4	6,5	8,1	245,1	4	7,32	5,44
8	24,9	6,8	7,3	142,1	55	36,72	5,87
9	23,9	6,8	8,38	152,5	30	10,8	6,22
10	23,5	6,9	7,99	301,8	45	11,72	7,06
11	22,1	7,1	7,65	-*	90	9,6	6,55

*Problemas na leitura ou análise do parâmetro.

Temperatura - a resolução do CONAMA não estabelece valores limites, no entanto a relação da temperatura com outros parâmetros deve ser levada em consideração e as bacias que apresentaram maior temperatura foram a 5, 6, 8 e 9, superiores a 24°C. Entre o início e final da estação chuvosa as mais expressivas variações ocorreram nas bacias 6 e 9.

pH - valores abaixo da faixa recomendada (6-9) pelo CONAMA foram encontrados nas bacias 1, 3, 4, e 6, no início da estação chuvosa; já no final, nas bacias 2, 3, 4, 5 e 6. Esses valores sugerem dois padrões, no primeiro que confere carácter ácido para a água, as sub-bacias estão localizadas ao sul, assentadas sobre arenitos e o segundo, de valores próximos a neutralidade, nas sub-bacias localizadas ao norte, assentadas sobre siltitos e basaltos.

OD - os resultados revelam, de modo geral, baixos valores de OD, com relação aos níveis normais encontrados em rios (8 mg/L), e também baixos em relação à resolução 357 do CONAMA (6 mg/L). No início da estação chuvosa, todos os valores foram abaixo de 2,5 mg/L. O OD, no final da estação chuvosa, apresentou os maiores valores, apenas as bacias 2 e 6 apresentaram valores abaixo do estabelecido pelo CONAMA.

Eh - no início da estação chuvosa, oito bacias apresentaram valores acima de 200 mV, enquanto que apenas as bacias 8 e 9 obtiveram resultados inferiores a esse valor. Em consonância, no final da estação chuvosa, os valores acima de 200 mV foram encontrados em sete bacias, e os valores inferiores constaram nas bacias 2, 8 e 9.

TDS: as bacias que apresentaram as maiores variações e valores de TDS são localizadas no extremo norte da área de estudo, drenam áreas com siltitos/argilitos e basaltos, enquanto que as que apresentaram baixos valores drenam áreas com arenitos. A diferença litológica entre a porção extremo norte e a porção central e sul da área auxilia no entendimento das variações nos valores de TDS, onde os valores mais elevados coincidem com as bacias assentadas sobre siltitos/argilitos e basaltos, rochas mais suscetíveis ao intemperismo químico, que resulta na maior produção de partículas finas de silte e argila carreadas por meio do escoamento superficial para os rios.

Nitrato - no início da estação chuvosa, apenas a bacia 8 obteve valor superior ao estipulado pela resolução CONAMA, 10 mg/L, enquanto que no final, quatro bacias obtiveram valores acima do estabelecido, dentre essas, a 4, 8, 9 e 10. A bacia 8 apresentou valores acima do limite, tanto no início, quanto no final da estação chuvosa.

Fósforo - Todas as amostras apresentaram resultados fora do padrão estabelecido pelo CONAMA (0,1 mg/L). Igualmente ao nitrato, as concentrações de fósforo mais elevadas correspondem ao final da estação chuvosa. Esse resultado indica o alto grau de comprometimento das bacias e corrobora com a ideia de que há interferência das chuvas e do uso e manejo do solo na qualidade da água.

4.3 Análise Comparada entre Uso do Solo e Parâmetros de Qualidade da Água nas Bacias

Todas as bacias apresentaram alteração em um ou mais parâmetros. Dessas, quatro se destacaram, a bacia 2, 6, 8 e 9, essas exibiram alterações em vários parâmetros no início e/ou final da estação chuvosa. As características físico-naturais e de uso do solo dessas bacias podem ser divididas em duas categorias distintas.

A primeira, composta pela 2, localizada na porção sul da área de estudo, está assentada sobre arenitos, em relevo com bordas escarpadas e tem como uso preponderante a agricultura, 43% de vegetação natural, e 78% de vegetação natural em zona ripária.

A segunda categoria é composta pelas 6, 8 e 9, que localizam-se na porção norte da área, a maior parte assentada sobre basalto, possui relevo com baixas altitudes, e uso preponderante de pastagem. Num perfil individual, a bacia 6 apresenta 34% de vegetação natural, e em zona ripária 68%; a 8, 24% de vegetação natural, e em zona ripária 44%, é a única que apresenta todos os usos; a 9, 39% de vegetação natural, e em zona ripária 77%, é a bacia que apresenta maior percentual de solo exposto, 12%.

Todas as bacias amostradas exibem alto grau de antropização e certo grau de comprometimento da qualidade da água. Ao analisar a relação entre uso do solo e parâmetros de qualidade da água percebe-se uma tendência de melhora na qualidade da água em áreas com maior percentual de formação florestal na bacia como um todo, como também em zona ripária, como é o caso das bacias 7, 10 e 11.

Ao comparar os dois padrões de uso estabelecidos na área, predomínio de agricultura na região sul, e predomínio de pastagem na região norte percebe-se que as bacias compostas por pastagens e solo exposto apresentam uma piora na qualidade da água.

O nitrato e fósforo analisados são parâmetros importantes na determinação da qualidade da água, pois a presença desses elementos está diretamente ligada à contaminação. Nesse sentido, os resultados demonstram que todas as bacias requerem atenção em maior ou menor proporção, pois todas obtiveram valores acima do estabelecido pelo CONAMA para fósforo.

4.4 Índice de Qualidade da Água

Os IQA's variaram entre aceitável e ruim no início da estação chuvosa; já no final da estação entre aceitável e boa. É percebida uma variação expressiva dos índices encontrados entre o início e o final da estação chuvosa. A bacia 11 apresentou um IQA ruim no início da estação

chuvosa e mudou de status para boa no final da estação e os parâmetros que mais influenciaram o IQA dessa bacia foi o OD, o TDS e o fósforo.

Em consonância com os piores resultados dos parâmetros aparece novamente as bacias 6 e 8 que obtiveram IQA ruim no início da estação chuvosa, e aceitável no final da estação. Na bacia 6, o pH, OD, e fósforo influenciaram para o IQA ruim, enquanto que na bacia 8 foram o TDS, OD, nitrato e fósforo.

De forma geral, o parâmetro que mais influenciou nos resultados de IQA foi o OD. Nos pesos atribuídos a cada parâmetro na formulação do IQA da NSF e CETESB, o OD é o parâmetro que detém maior peso. Nesse sentido, como todas as bacias apresentaram baixos teores de OD no início da estação chuvosa nenhuma obteve IQA superior a aceitável nesse período. As bacias que mantiveram o mesmo IQA, tanto no início da estação chuvosa, como no final foram as bacias 2, 3, 4 e 5, como ilustra a figura 5.

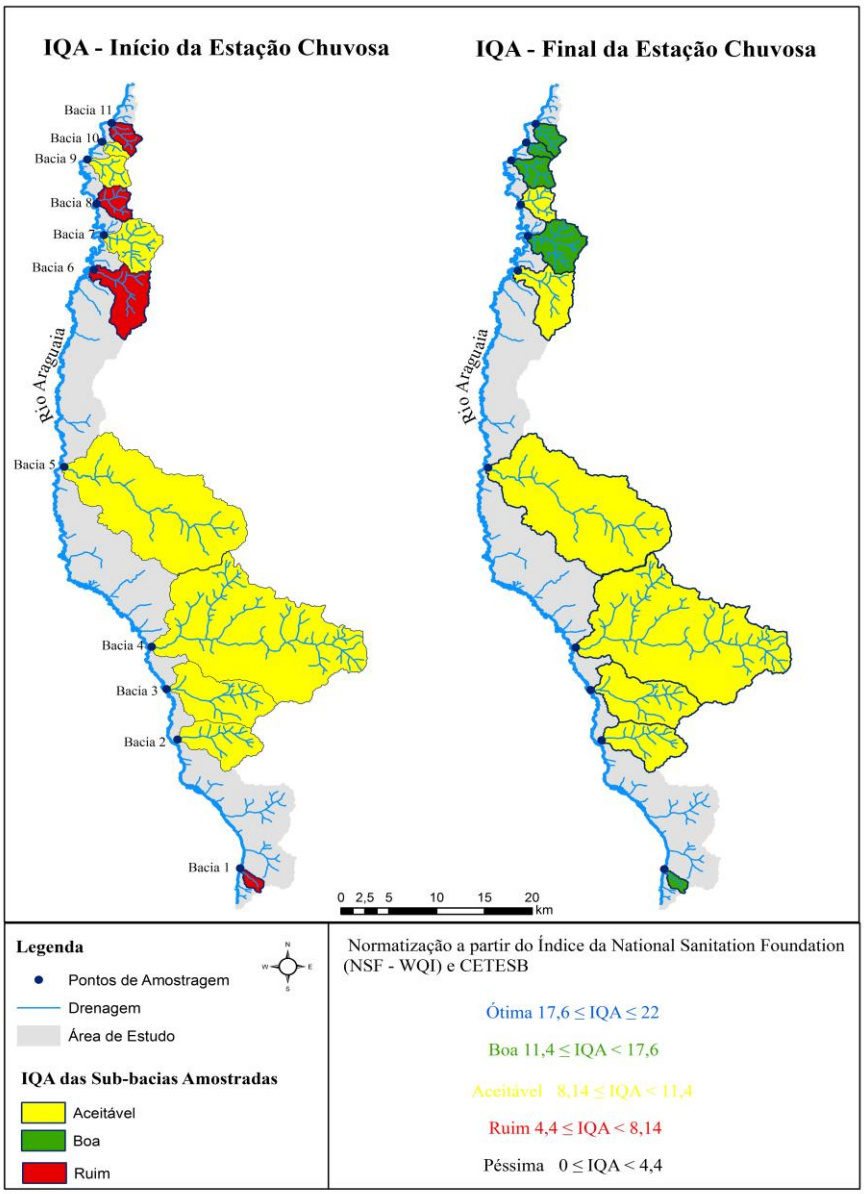

Fig. 5 – Mapa do IQA no início e final da estação chuvosa

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica, enquanto um sistema aberto, permite mensurar e contabilizar os *inputs* e *outputs* de matéria e energia que integram e interagem no sistema. As interações entre o meio-físico, biótico e econômico-social são determinantes no que diz respeito à qualidade da água e na bacia como um todo.

A interferência antrópica, representada pelo uso e manejo do solo, juntamente com a sazonalidade climática corroboraram com as indagações iniciais da pesquisa, e permitiram estabelecer correlações significativas da influência dessas variáveis na qualidade da água. A aplicação do IQA apontou para a influência do OD e da sazonalidade climática como indicador da qualidade da água como um todo.

As características do relevo, resultantes principalmente da litologia, conferem às bacias diferentes capacidades de transporte de materiais e sedimentos. As bacias localizadas ao sul da área possuem as menores declividades, o que favorece a concentração de áreas alagadas. Essa situação indica que material e elementos químicos ficam retidos nas planícies aluviais à montante, o que impede o escoamento à jusante, onde ocorreram as amostragens. Esse fato auxilia no entendimento de que os melhores resultados de qualidade da água estão concentrados nessas bacias. Enquanto que ao norte, o maior grau de dissecação do relevo potencializa a capacidade de transporte e resulta nos piores resultados de qualidade da água.

A bacia 8 se destacou por apresentar todos os tipos de uso do solo classificados, ressaltando-se o uso do solo urbano que se configura como uma fonte de poluição e contaminação da água, por meio da matéria orgânica e elementos químicos oriundos do esgoto sanitário; a zona ripária mais antropizada; e valores acima do estabelecido para nitrato e fósforo no início e final da estação chuvosa. A presença de nitrato indica contaminação pretérita, no caso dessa bacia ser a única a apresentar esse elemento no início e final da estação chuvosa sugere além da contaminação pretérita, a contaminação continuada.

Portanto, conclui-se que há um conjunto de fatores físico-naturais e de uso e ocupação do solo que influenciam na qualidade da água das bacias analisadas. Por isso, mediante aos objetivos traçados, a revisão teórica utilizada, os procedimentos metodológicos realizados e os resultados apresentados, a análise integrada da bacia com foco para a qualidade da água se apresenta como importante instrumento para a gestão ambiental, monitoramento e subsídio para políticas públicas voltadas para gestão dos recursos hídricos.

6 REFERÊNCIAS

ANA. **Plano Estratégico dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia**. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2009/PlanoEstrategicoRHTocantins.pdf> Acesso em: 07 mai. 2014.

ALMEIDA, M. A. B; SCHWARZBOLD, A. (2002) Avaliação Sazonal da Qualidade das Águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com Aplicação de um Índice de Qualidade da Água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 81-97, jan./mar. 2002.

ALVES, T. M.; CASTRO, S. S. (2009) Vulnerabilidade e Risco à Contaminação dos Solos da Área de Recarga do Aquífero Guarani no Estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 29, n.1, p. 135-150, jan./jun. 2009.

AQUINO, S.; LATRUBESSE, E. M.; SOUZA FILHO, E. E. de. (2009) Caracterização Hidrológica e Geomorfológica dos Afluentes da Bacia do Rio Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, n. 1. p. 43-54, 2009.

BLUME, K. K.; MACEDO, J. C.; MENEGUZZI, A.; SILVA, L. B.; QUEVEDO, D. M.; RODRIGUES, M. A. S. (2010) Water quality assessment of the Sinos River, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.70, n. 4, p.1185-1193, 2010.

CASTRO, S. S. de.; XAVIER, L. de S. BARBALHO, M. G. da S. (2004) **Atlas Geoambiental das Nascentes do Rio Araguaia e Araguainha: condicionantes dos processos erosivos lineares.** Goiânia: Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Goiás.

CONAMA. Resolução n°357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes**.

DAMASCENO, L. M. O., ANDRADE JÚNIOR, A. S. de, DIAS, N. da S. (2008). **Qualidade da Água no Rio Poty para Consumo Humano, na Região de Teresina, Pi**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró – RN – Brasil v.3, n.3, p.116-130 de abril/junho, 2008.

MOTA, S. (2011) **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro, Abes.

PEREIRA, L. C.; LOMBARDI NETO, F. (2004) **Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras: proposta metodológica.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente.

RABELO, C. G.; FERREIRA, M. E.; ARAÚJO, J. V. G.; STONE, L. F.; SILVA, S. C.; GOMES, M. P. (2009) Influência do Uso do Solo na Qualidade da Água no Bioma Cerrado: Um Estudo Comparativo entre Bacias Hidrográficas no Estado de Goiás, Brasil. **Ambi-Água,** v. 4, n. 2, p. 172-187, 2009.

RAMOS, M. V. V.; CURI, N.; MOTTA, P. E. F. da; VITORINO, A. C. T.; FERREIRA, m. m.; SILVA, M. L. N. (2006) Veredas do Triângulo Mineiro: Solos, Água e Uso. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p. 283-293, mar./apr., 2006.

RIBEIRO, E. V. (2010) **Avaliação da qualidade da água do rio São Francisco no segmento entre Três Marias e Pirapora – MG: metais pesados e atividades antropogênicas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SGM. (2006) **Caracterização Climática do Estado de Goiás.** Por: SILVA, S.C.; SANTANA, N.M.P.; PELEGRINI, J.C. Goiânia – GO.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima, 2011.