

AVALIAÇÃO CONJUNTA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E QUALIDADE DA ÁGUA NA MICROBACIA DO ARROIO ESTRELA, COMO INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL.

Flávio Aguiar Folletto ¹; Adriane Brill Thum ².

Resumo – Este estudo foi realizado na microbacia do arroio Estrela, um dos afluentes mais antropizados do rio Taquari. Esta análise teve como objetivo, avaliar de forma conjunta o uso e cobertura do solo, através do mapeamento de suas classes e a relação com a qualidade da água que aporta no rio Taquari. O estudo pretende desenvolver mapas de uso e ocupação do solo e identificar se há aporte de poluição hídrica da microbacia para a calha principal. Para classificação da cobertura do solo foram definidas seis classes de uso, sendo; Áreas Urbanas, Água (Recursos Hídricos), Lavouras Temporárias, Campos Nativos, Vegetação Nativa e Exótica. Para compor o restante da avaliação foram utilizados dados inerentes a qualidade da água, já existentes e descritos na bibliografia. Utilizou-se imagens LANDSAT 7, aliadas a outras técnicas geotecnológicas, principalmente de sensoriamento remoto, para classificação dos usos do terra. Outros *softwares* de processamento de dados geográficos digitais, integraram as ferramentas de trabalho. Com base na metodologia proposta, foi possível identificar de forma satisfatória os usos e ocupação do solo predominantes no local, propostos neste estudo. Além disso, foi possível verificar a influência do uso da terra nos parâmetros de qualidade da água. Apesar das variações sazonais das concentrações de poluentes, a baixa qualidade dos recursos hídricos do local, denotam um padrão de qualidade Classe 3 a região.

Palavras-Chave – Uso do Solo, Qualidade da Água, Geotecnologias.

ABSTRACT - This study was conducted in the watershed of the stream Estrela, one of the streams tributaries more anthropogenic of the Taquari river. This analysis aimed to evaluate jointly use and land cover mapping using the classes and their relationship with water quality that arrives in Taquari river. The study aims to develop maps for use and occupation the soil and identify if there is increase of water pollution, with the arrival of the waters of the basin. For the classification of land cover seven classes were defined, being; Urban Areas, Bare Soil, Water (Water Resources), Temporary Crops, Fields Natives, Native Vegetation and Vegetation Exotic. To compose the remainder of the evaluation was based on data pertaining to water quality, existing and described in the literature. Were Images used LANDSAT 7, combined with other techniques geotechnological, remote sensing especially, to classify the uses of land. Other software for processing digital geographic data, integrated work tools. Based on the proposed methodology, it was possible to identify satisfactorily the use and occupation of land prevailing at this study site. Moreover, observed the influence of land use on water quality parameters. Despite seasonal variations in pollutant concentrations, the low quality of local water resources, denote a quality standard Class 3 in the region.

Keywords - Land Use, Water Quality, Remote Sensing.

¹ Engenheiro Ambiental; Pós-graduando pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. E-mail: ffolletto@bol.com.br.

² Engenheira Florestal; Mestre em Engenharia Florestal; Docente permanente da Universidade do vale dos Sinos UNISINOS. E-mail: adrianebt@unisinoss.br

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Muitos ciclos ambientais dependem do equilíbrio entre os ecossistemas para preservação dos habitats. De acordo com Brito (2012), a origem da constante perda de biodiversidade e qualidade ambiental, possui diversas origens, principalmente em virtude das ocupações agrícola, pecuária e urbana, na busca por desenvolvimento econômico e social em cada micro região do país.

As transformações da paisagem devido à ocupação antrópica, mais do que uma consequência é uma questão de tempo. A resposta às interações do homem com os ecossistemas resultam em uma dinâmica capaz de modificar os aspectos da paisagem, através do uso e ocupação da terra, geralmente desenvolvidos sem planejamento ou gestão ordenada das propriedades (LEITE *et al.*, 2010).

Em um contexto de mudanças globais, a cobertura e o uso do solo, atualmente, tem se tornado alvo de constantes reflexões. Os padrões de crescimento econômico que prevaleceram no país a partir da década de 30 e o seu esgotamento dos últimos 15 anos, deixaram seu legado de transformações rurais intensas e uma sociedade urbano-industrial, em um quadro social desigualitário, atualmente amparados incessavelmente pelos programas sociais do governo (BRASIL, 2004).

Segundo Santos (2007), no Brasil, há uma relação muito estreita entre o avanço da degradação ambiental e a vulnerabilidade humana. A dificuldade do acesso a terra e à moradia, associada à baixa atuação do poder público, levou a uma intensificação do uso e ocupação do solo de forma indiscriminada, potencializando a degradação do meio ambiente e os desastres naturais.

De acordo com Cavararo (2013), estudos voltados para o reconhecimento de padrões de uso da terra, iniciaram a partir da década de 80. Nesses estudos houve a incorporação de técnicas de sensoriamento remoto, fotografias aéreas e imagens de média resolução espectral, introduzindo os conceitos de classificação para a identificação de tipologias de uso da terra.

O Projeto Radam Brasil (1986), fez uso de metodologias voltadas à análise regional e ao ordenamento territorial. Neste período, os trabalhos de uso da terra foram desenvolvidos em um contexto de estudos integrados de diagnósticos e zoneamentos ambientais, com ênfase na avaliação da capacidade média de uso da terra e da capacidade econômica de uso dos recursos naturais.

Ao mesmo tempo em que se criou uma nova metodologia para estudos de uso e ocupação da terra, com incorporação de técnicas de sensoriamento remoto para a interpretação de fotografias aéreas e imagens orbitais, inicia-se uma nova fase com o avanço da tecnologia espacial. As técnicas de geoprocessamento, integradas aos dados de satélites imaginadores, selaram esta nova concepção (CAVARARO, 2013).

O levantamento da cobertura e do uso da terra, nada mais é, do que uma pesquisa temática que pode ser sintetizada por meio de mapas. Através destes estudos, pode-se indicar a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre (BRASIL, 2013). A classificação e a espacialização obtidas através da interpretação, análise e registro de observações da paisagem, retratam um conceito de desenvolvimento conjunto do uso da terra, diferenciados em cada microrregião do País.

Desta maneira o mapeamento de uso e cobertura da terra vem fornecendo subsídios para análise ambiental, como perdas constantes de biodiversidade, provenientes desmatamentos, alterações climáticas e reincidência de doenças, além do impacto social causado pela urbanização do espaço. A complexidade dos fenômenos abordados tem exigido cada vez mais uma visão sistêmica, relacionando o uso do espaço com áreas remanescentes de vegetação, com a qualidade da água e a antropização, mensuradas dentro de uma bacia hidrográfica regional (BALMFORD, BRUNER e COOPER 2003).

No Brasil, a partir da Lei nº 9.433 de 1997 a Bacia Hidrográfica passou a ser a unidade territorial de gestão. A água na Bacia Hidrográfica, segundo esta ótica, reflete qualquer ação que ocorra e que altere de forma significativa o equilíbrio natural do território, ou seja, poderá ser um indicador do estado de equilíbrio da área drenada, em relação ao uso do solo, daí a importância de uma avaliação conjunta entre os elementos constituintes da paisagem em escala regional (MEZOMO, 2010).

Desta forma, somente a interpretação de imagens orbitais de uma Bacia Hidrográfica se tornam insuficientes para representar a realidade, requerendo a agregação de outros dados endógenos, como cobertura florestal e análise de qualidade de água. Tanto a vegetação, como a qualidade da água na Bacia, reagem de forma rápida e em um curto período de tempo as adversidades impostas, assim como se tornaram uma das formas mais comuns de ações ambientais, em busca do conhecimento para ações de reparação ou recuperação ambiental (SANTOS, 2004).

A urbanização, e a agricultura, ainda segundo Santos (2004), são outras classes de uso e cobertura do solo, relacionadas com a dinâmica de populações e a produção de alimentos, respectivamente. Ambas as classes representam o uso no qual, há maior modificação da paisagem, em muitos casos de forma irreversível, corroborando com diferentes formas de degradação ambiental, refletidas principalmente nos recursos hídricos da área drenada.

O uso e a ocupação dos solos exercem influência direta no escoamento superficial e aporte de sedimentos e nutrientes ao leito dos mananciais. Estudos descritos por Ceballos (1995), Gonçalves *et al* (2005) e Gomes *et al* (2007), relacionam os usos e cobertura do solo com diversos poluentes. Nutrientes como Nitrogênio (N) e Fósforo (P), podem estar relacionados ao cultivo agrícola, áreas de solos expostos passíveis de serem careados, além de dejetos animais (pecuária) e ao esgoto doméstico.

A variação das concentrações do pH (potencial hidrogeniônico), ocorre devido ao processo de oxidação da matéria orgânica por microrganismos aeróbicos, liberando gás carbônico em água. Neste caso, ocorre aumento na concentração de ácido carbônico, resultando em redução nos valores de pH da água (VANZELA, HERNADEZ & FRANCO, 2009). Neste contexto as variações de pH indicaram maior ou menor volume de matéria orgânica nos locais avaliados.

Concentrações de Coliformes Termotolerantes na água estão associadas a áreas urbanas (esgoto doméstico), com deficiência em tratamento de esgoto e a dejetos de animais em meio rural, advindos da criação de aves, suínos e bovinos leiteiros (GONÇALVES *et al* 2005). Segundo Gomes (2007), áreas ocupadas por matas favorecem o aumento da vazão específica em virtude da maior cobertura, estabilidade e infiltração de água no solo, contribuindo com a redução da intensidade do escoamento superficial, favorecendo a melhoria da qualidade da água.

Este estudo procura distinguir os elementos que compõem a paisagem da microbacia do arroio Estrela, a partir da aplicação de geotecnologias. O mesmo visa ainda, interrelacionar os processos do uso e ocupação do solo, com a qualidade da água na região. Neste contexto, na presente pesquisa, busca-se produzir mapas de uso e cobertura do solo, fazendo uso do sensoriamento remoto e identificar através das análises químicas de qualidade da água, já existentes, a relação entre o uso e ocupação da terra, na área de drenagem do arroio Estrela e sua capacidade de aporte ou abrandamento do quadro de qualidade atual das águas do rio Taquari.

Na Região do Vale do Taquari ocorrem varias subdivisões da Bacia Taquari-Antas, composta nesta área, por 5 outras principais sub-bacias. Essa sub-bacias são as do rio Forqueta e Guaporé e dos arroios Castelhana, Sampaio, Estrela, Saracuí, Boa Vista, Da Seca e Jacarezinho. A incipiência de estudos voltados à microbacias, dificulta a relação comparativa entre elas e sua capacidade de degradação ambiental, frente à calha principal de drenagem, neste caso o rio Taquari.

Durante os anos de 2011 e 2012, forma conduzidos estudos, descritos por Folletto (2012), inerentes às regiões de descarga de algumas destas microbacias no rio Taquari, entre elas a do arroio Estrela. A análise foi realizada na calha principal do rio Taquari, em trechos a montante e a jusante de cada área de deságue das microbacias. O estudo permitiu visualizar as alterações da qualidade da água com o aporte de cada uma das microbacias de acordo com as estações do ano.

A microbacia do arroio do Estrela abrange uma área de aproximadamente 238,38 km², totalizando 10% da área total da Bacia Taquari-Antas. Estende seu leito principal por uma distância 50,3 km em sentido leste da jusante, no rio Taquari, até a nascente mais distante na localidade de Bela Vista, município de Brochier. O Arroio drena uma área inserida em 6 municípios, sendo; Bom Retiro do Sul, Brochier, Estrela, Fazenda Vilanova, Paverama e Teutônia.

A microbacia abriga uma população estimada em mais de 86 mil habitantes segundo Gørgen (2010). Destaca-se em vários setores, onde a produção primária exerce grande importância à economia regional. Somente o município de Estrela abriga a maior bacia leiteira do Vale do Taquari com mais de 14 milhões de litros por ano, além da produção de aves e suínos, representando cerca de 25 % da economia do município.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A classificação do uso e cobertura do solo foi gerado através de imagens LANDSAT 7, composição falsa-cor nas bandas 3, 4 e 5, referentes às faixas espectrais do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio, respectivamente, compondo as cenas 221-080 e 221-81. O processamento de imagens foi realizado no *software* ArcGis 10, conduzido em referencial espacial WGS-84. Posteriormente foi selecionada a área de interesse de acordo com os limites da microbacia e procedida classificação. Foram definidas sei classes a serem trabalhadas, sendo; áreas urbanas, solo exposto, água, campos nativos, lavouras, vegetação nativa e vegetação exótica.

O *software* Google Earth, foi utilizado no reconhecimento do terreno, possibilitando grande discriminação de alvos, tendo auxiliado na eliminação de dúvidas de interpretação. Devido o conhecimento da área, a classificação foi conduzida pelo método supervisionado, onde, selecionaram-se as classes de interesse e os padrões espectrais típicos destas classes e fornecidos ao programa (ArcGis 10). Este método utiliza amostras das classes a serem mapeadas, para extrair das imagens os grupamentos mais homogêneos, realizando-se várias composições falsa-cor para obter maior volume de dados, de forma a compor a unidade de mapeamento, ou o polígono.

Os dados inerentes à qualidade da água e os parâmetros utilizados, foram aqueles descritos por Folletto (2012), apresentados na Tabela 1, assim como os pontos de amostragem localizados nas coordenadas geodésicas 29°29'33.85" S, 51°58'24.37" O e 29°30'32.63" S, 51°58'45.74" O (WGS-84). Com as análises do referido estudo, realizadas na calha do rio Taquari, em trechos a montante e a jusante da área de deságue do arroio Estrela, pretende-se visualizar a capacidade de aporte por contaminação ambiental, ou seja, incremento ou diluições de possíveis poluentes ou nutrientes, de acordo com o uso e ocupação do solo.

Tabela 1 – Dados físico-químicos inerentes ao rio Taquari.

À Montante do Arroio Estrela	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Temperatura (°C)	21.33	27.46	23.6	17.63
¹ O.D. (mgL ⁻¹)	6.13	4.46	5	4.9
² DBO (mgL ⁻¹)	3	3	2	3.66
Fósforo (mgL ⁻¹)	0.049	0.054	0.082	0.085
Nitrato (mgL ⁻¹)	1.63	0.76	0.73	0.91
³ STD (mgL ⁻¹)	44	73.66	107.33	82.66
Turbidez (uT ou NTU)	7.17	10.41	4.51	15.77
⁴ pH (adimensional)	7.72	7.59	7.43	7.45
Coliformes (NMP 100 mL ⁻¹)	956	640	904	473
À Jusante do Arroio Estrela	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Temperatura (°C)	21.1	27.7	23.7	17.8
¹ O.D. (mgL ⁻¹)	6.16	4.6	4.9	4.96
² DBO (mgL ⁻¹)	2.66	2	2	2.5
Fósforo (mgL ⁻¹)	0.049	0.048	0.075	0.081
Nitrato (mgL ⁻¹)	1.53	0.8	0.47	1
³ STD (mgL ⁻¹)	50.33	74	95.33	66.33
Turbidez (uT ou NTU)	7.61	11.91	3.84	14.34
⁴ pH (adimensional)	7.62	7.68	7.48	7.4
Coliformes (NMP 100 mL ⁻¹)	980	1606	397	1010

¹Oxigênio Dissolvido. ²Demanda Bioquímica de Oxigênio. ³Sólidos Totais Dissolvidos. ⁴Potencial Hidrogeniônico.

A delimitação da micro-bacia foi realizada através do *software* Global Mapper pré-configurado em *Datum* WGS-84 zona 22S. O Programa possibilita a utilização de um banco de dados, onde para a delimitação da microbacia utilizou-se imagens ASTER-GDEM e arquivos TOPOMAPS, (cartas planialtimétricas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro – DSG, em escala 1:50.000, referente as folhas de SH.22-V-D-V-2 (MI-2969/2) de Brochier, SH.22-V-D-V-1 (MI- 2969/1) de Estrela, SH.22-V-D-II-4 (MI-2952/4) de Garibaldi e SH.22-V-D-II-3 (MI-2952/3) de Lajeado).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Figura 1 e a Tabela 2, que apresentam os dados de uso e ocupação do solo da microbacia, observar-se que em torno de 27% da paisagem está coberta por vegetação nativa. As regiões cobertas por este tipo de vegetação estão localizadas principalmente em áreas com relevo ondulado, de difícil acesso (Figura 3), e em localidades ao leste da microbacia.

Tabela 2 – Dados relativos ao uso e ocupação do solo.

Classes	Área (ha)	Percentual (%)
Área Urbana	1.101,96	4,65
Solo Exposto	2.977,02	12,48
Água (Recursos hídricos)	500,76	2,1
Lavouras Temporárias	8.721,81	36,58
Campos Nativos	754,29	3,16
Vegetação Exótica	3.244,86	13,61
Vegetação Nativa	6.537,69	27,42
Total	23.838,39	100

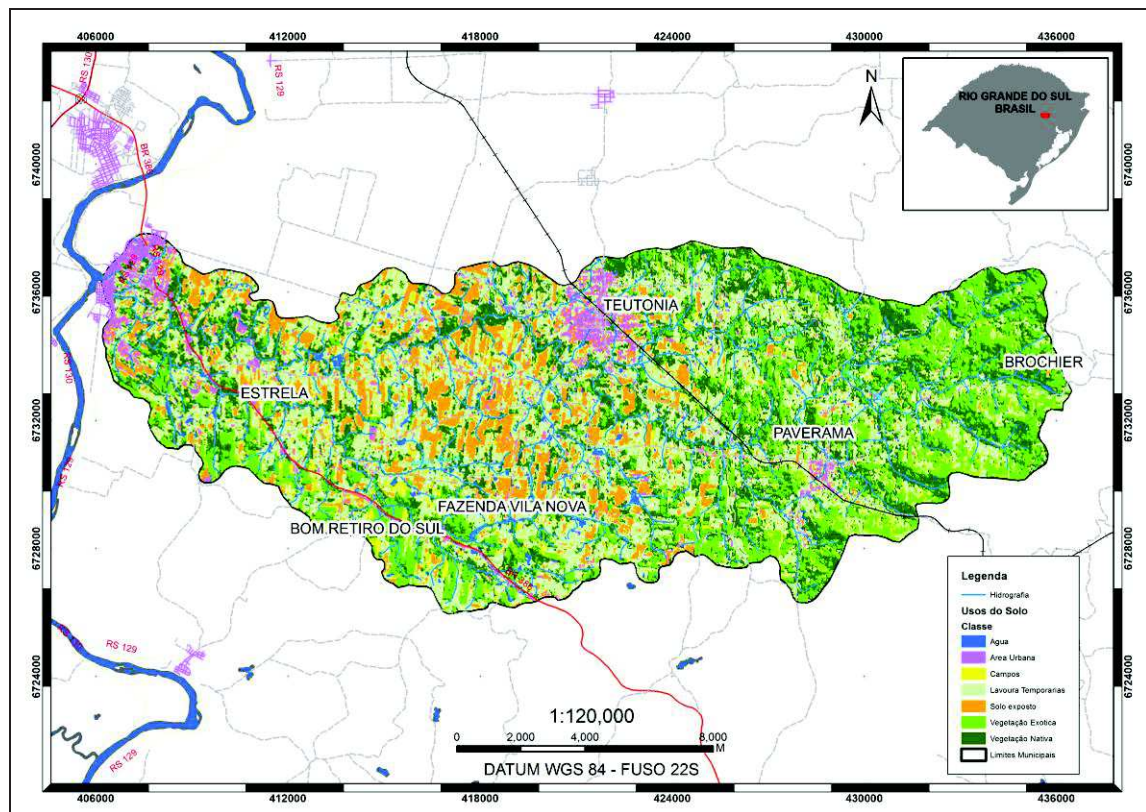
As áreas cobertas por solo exposto e lavouras, somam aproximadamente 49% e estão localizadas, na sua grande maioria, na parte média da microbacia, onde o relevo é suave ondulado, com formações de coxilhas, onde a suscetibilidade a erosão é baixa a moderada e os solos são mais férteis e profundos. Nesta região, tradicionalmente ocorrem cultivos agrícolas para a criação de aves, suínos e produção leiteira.

O solo exposto presente na área de estudo (12,48 %), é composto por terrenos em preparação para o plantio, pós-colheita ou ainda em pousio. As áreas com vegetação exótica compreendem cerca de 13,61 %, da área de estudo, estando distribuídas ao longo

de toda a sub-bacia, porém de forma adensada nas regiões sudeste, nordeste e leste, onde o relevo diminui as possibilidades de manejo agrícola mecanizado.

As áreas cobertas por campos nativos somam 3,16%, utilizadas para a criação de gado em regime extensivo e para produção leiteira. As áreas urbanas compreendem 4,65 %, totalizando mais de 11 Km², com destaque para o município de Estrela situado as margens da jusante do arroio Estrela. O restante da área abrigada recursos hídricos, representados por lagos e arroios, totalizando 2,1 % do total.

Figura 1 – Mapa de Uso e Cobertura do Solo.



O modelo de classificação de imagem adotado, indicando a classe de cada *pixel* através de polígonos, mostrou-se eficaz a finalidade e para esta escala de mapeamento. Outro aspecto favorável é a possibilidade de alteração na composição das bandas espectrais utilizadas, sem a perda dos polígonos já definidos, possibilitando assim, adensar um maior número de dados referentes à categoria pretendida.

A limitação encontrada é o fato deste tipo de classificação, realizar uma análise pontual, baseada unicamente em atributos espectrais (RIBEIRO, 2009). A análise urbana, por exemplo, muitas de suas feições, como ruas, edificações, estacionamentos e solos expostos, apresentaram respostas espectrais similares, ou então contém informações de diversas classes (*pixels* mistos).

Apesar da necessidade de variar as bandas espectrais com intuito de “limpar” os *pixels* ou extrair *pixels* limpos, o programa mostrou-se dinâmico, porém com dificuldade em distinguir alvos em áreas muito antropizadas, necessitando de um maior número de amostras para a correta definição de classes. Desta forma, aumentou-se o número de variáveis (*pixels* com a mesma classe), considerados para o contexto de cada região, resultando em uma classificação similar a verdade terrestre.

Analisando a Tabela 1, a qual expressa os parâmetros de qualidade da água, observa-se que para a maioria dos dados, ocorrem variações de acordo com a sazonalidade. Parâmetros como Fósforo Total, Coliformes Termotolerantes e Oxigênio Dissolvido, estariam enquadrados dentro da Classe 3 de qualidade, de acordo com Resolução Conama 357/05, para águas doces em alguns períodos do ano. Outro parâmetro que ultrapassa os valores estabelecidos de qualidade é o Nitrito, com concentrações superiores as estabelecidas (≤ 1) em alguns períodos.

Com aporte do arroio Estrela, os parâmetros são pouco afetados pelo incremento hídrico da microbacia, não ocorrendo variabilidade significativa comparando às amostras de jusante e montante. O parâmetro que chama a atenção com valores expressivos, diz respeito a Coliformes Termotolerantes. Necessitaria um incremento significativo deste parâmetro para elevar os valores nas águas do rio Taquari, devido às diferenças de vazão entre os corpos d'água.

Outro dado importante, refere-se às variações de pH, que indicam um aumento nos teores de matéria orgânica. Os valores dos parâmetros Nitrito e Fósforo não sofrem grandes oscilações entre os dois pontos, exceto no período de inverno. Acredita-se que o aumento das chuvas e consequente aumento do escoamento superficial neste período, contribuíram para atenuar a concentração destes poluentes.

A relação entre o mapa de uso e cobertura do solo e os parâmetros de qualidade da água apresentados, demonstram que as áreas agrícolas e de solo exposto, podem ser a provável origem das concentrações de nutrientes como Nitrito e Fósforo, assim como o seu aumento de concentração em determinados períodos do ano. Este fato está implícito nos percentuais de áreas cultivadas, campos, áreas de solo exposto e lavouras, que juntas ultrapassam 50 % dos usos aplicados na região, corroborando com aquelas fontes de origem de poluentes, citadas por Ceballos (1995), Gonçalves *et al* (2005) e Gomes *et al* (2007) e Vanzela, Hernandez & Franco, (2009).

Os dados ainda confirmam aqueles descritos pela bibliografia supracitada, quanto à origem de outros poluentes, onde, na microbacia, os parâmetros de qualidade da água afetados, provavelmente podem estar associados além de solos agricultáveis e expostos, a criação de aves, suínos e a produção leiteira, que geram grandes volumes de dejetos. Já os parâmetros, pH e Coliformes Termotolerantes, além de estarem relacionados a pecuária, também podem estar associados ao esgotamento sanitário precário, oriundo de áreas urbanas.

O quadro reflete uma situação de alerta quanto aos padrões de qualidade, em virtude desta Classe 3 de águas doces, ser indicada ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, irrigação, apenas de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, dessedentação animal e contato secundário. Habitualmente ocorrem outras formas de uso dessas águas, não recomendáveis, como contato primário e irrigação de hortaliças.

A dinâmica das ocupações antrópicas na microbacia, encontram-se espacializadas na Figura 2, através da apresentação de mapa que comporta o sistema viário, ferroviário, influências urbanas e limites municipais. Além disso, a Figura 3, expressa as condições de relevo predominantes na microbacia, importante limitante ao avanço antrópico e as condições de degradação ambiental.

Figura 2 – Mapa de situação e localização

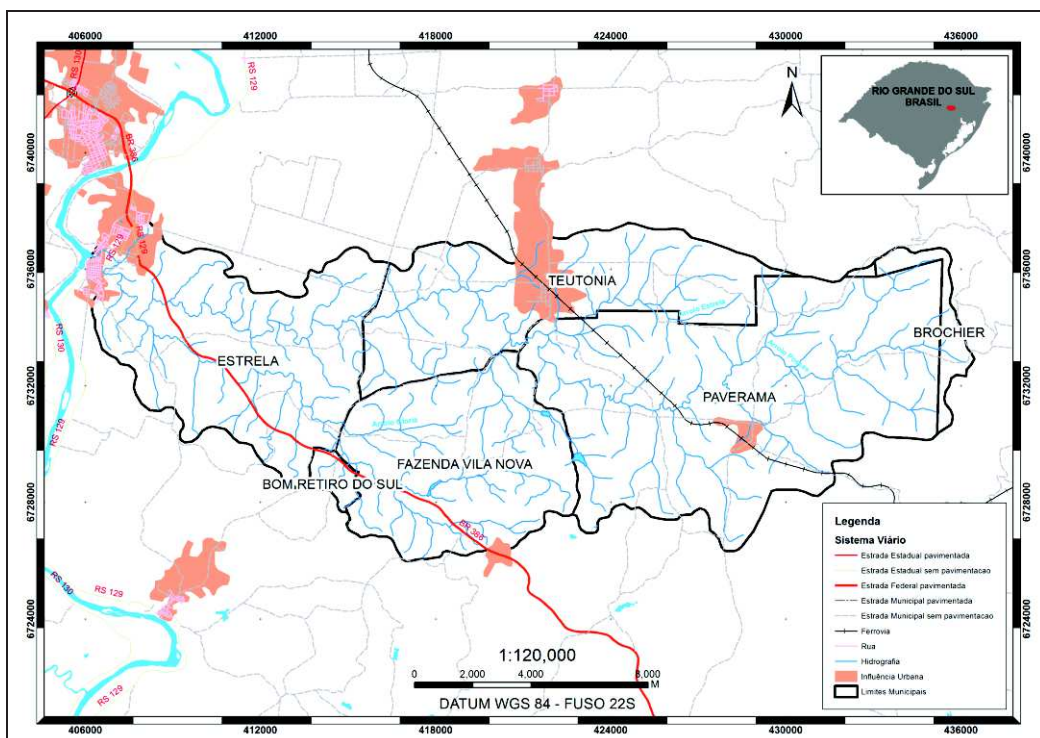
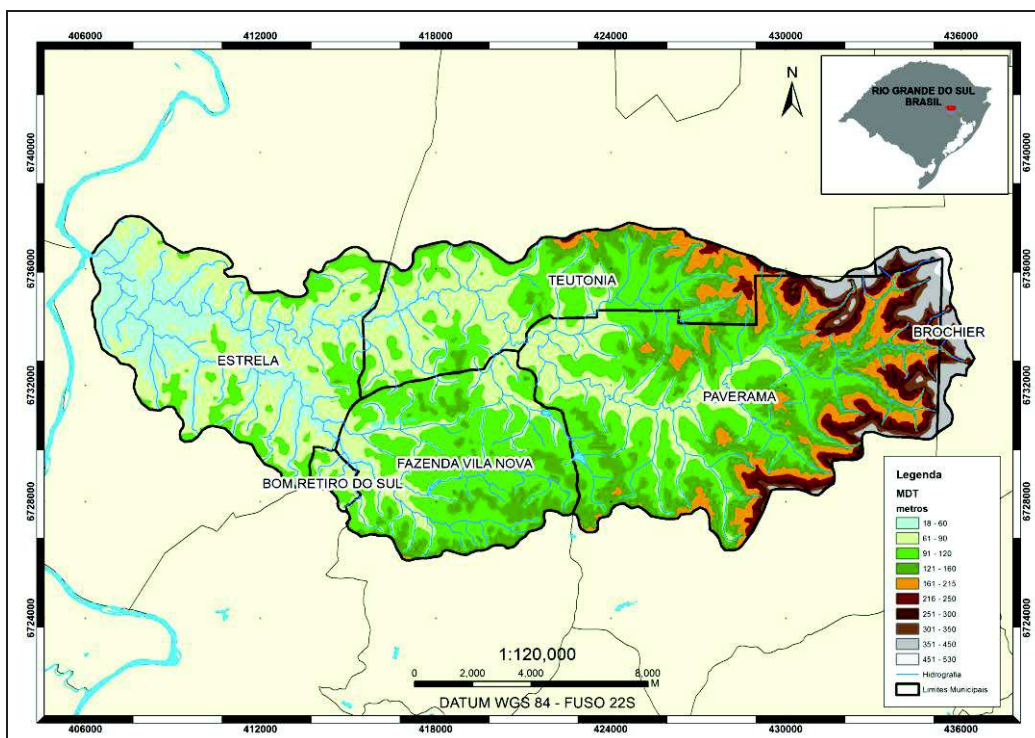


Figura 3 – Mapa de declividade.



4 CONCLUSÃO

De acordo com os dados apresentados a microbacia do arroio Estrela não fornece aporte de nutrientes para atenuar de forma nociva a qualidade das águas do rio Taquari, exceto para o parâmetro Coliforme Termotolerantes.

O alto grau de antropização, com áreas de cultivo intenso, pecuária e a deficiência no tratamento de dejetos (urbano e rural), contribuem significativamente para manter o atual quadro de baixa qualidade das águas.

A agropecuária pode ser apontada como a principal causa das variações sazonais de poluentes, associada às condições de escoamento superficial em solos descobertos ou em áreas de manejo cíclico para produção de forragens ou grãos.

A expressividade nos volumes de Coliformes Termotolerantes reforça o fato de não haver ou, serem ineficientes, os atuais sistemas de tratamento de esgoto doméstico, em áreas urbanas e a insuficiência no manejo de dejetos animais nas propriedades rurais.

A avaliação conjunta entre qualidade da água e a classificação do uso e cobertura da terra se mostraram eficientes, corroborando com a bibliografia sobre a origem das mais diversas fontes de poluição.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

BALMFORD, A.; BRUNER A.; COOPER P. Economic reasons for conserving wild nature. *Science*, v 297, p 950 a 953, 2003.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. 2005. Resolução Conama nº 357. Disponível em: < www.mma.conama.gov.br/conama > Acesso em jan. 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Manuais técnicos em Geociências - 2013. Diretoria de Geociências. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#geociencias. Acesso em: jan. 2014.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comunicação nacional inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. Brasília, DF, 2004. 274 p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5586.pdf>. Acesso em: dez. 2013.

BRITO, FRANCISCO. Corredores ecológicos: uma estratégia integrada na gestão dos ecossistemas / 2.ed. ver. – Florianópolis, Ed. da UFSC, 2012.

CAVARARO, R. Manual Técnico de Uso da Terra. IBGE – 171 p, 3ª edição - 2013- Rio de Janeiro – Brasil.

CEBALLOS, B. S. O.; LIMA, E. O.; KÖNIG, A.; MARTINS, M. T. Spatial and temporal distribution of fecal coliforms, coliphages, moulds and yeast in freshwater at the semi-arid tropic Northeast region in Brazil (Paraíba, State). *Rev. Microbial. São Paulo*, 6 (2): 90 - 100, 1995.

FOLLETTO A. F.: Avaliação da Qualidade da Água do Rio Taquari Através do IQA - NSF (Índice de Qualidade da Água – National Sanitation Foundation). Monografia, (Bacharel em Engenharia Ambiental), Curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Univates – Lajeado – RS. 2012.

GOMES, N. M.; FARIA, M. A. DE; SILVA, A. M. DA; MELLO, C. R. DE; VIOLA, M. R. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo associados ao uso e ocupação da paisagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.4, p.427-435, 2007.

GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. DOS S.; PELLEGRINI, J. B. R.; KIRST, S. L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora

de fumo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.3, p.391-399, 2005.

GÖRGEN, J.: O Uso da Sonda Ubriba, U-52G, como Instrumento para Análise da Qualidade da Água: Estudo de caso do Arroio Estrela, Vale do Taquari/RS. Monografia, (Bacharel em Engenharia Ambiental), Curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Univates – Lajeado – RS. 2010.

LEITE, T. A.; NETO, J. DE O. M.; NASCIMENTO, A. F. DE J.; CHAGAS, R. M.; JÚNIOR, A. V. M. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) com uso de geoprocessamento como subsídio à gestão dos recursos hídricos na bacia do Rio Jacaré. In: III Encontro de Recursos Hídricos, 2012, Sergipe. Anais. Aracaju, 2012. Artigos, p.34-38. 2012. CD-ROM.

MEZOMO, A. M. A.: Qualidade das Águas como Subsídio para Gestão Ambiental. UFRGS – Instituto de Geociências – Porto Alegre, RS, 2010.

OLIVEIRA P. J.; NOVAS M. F. B.; SOUZA R. J. de.; LIMA SOBRINHO M. de A. Uso de Geotecnologias no IFAL: Aplicações no curso superior de tecnologia em urbanização. IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. Anais de Congresso. Belém – PA – 2009.

PROJETO RADAM BRASIL, 1986. Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Instituto Brasileiro de Geologia e Estatística, Rio de Janeiro: IBGE. 796 p;

RIBEIRO, B.M.G; HERMANN, J. H. K.: Classificação Orientada a Objeto para Mapeamento do Uso do Solo – Métodos de Análise de Expansão Urbana. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 7893-7900.

SANTOS, R. F. dos. Planejamento Ambiental - teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SANTOS, R. F. (ORG.). Vulnerabilidade Ambiental - Desastres Naturais ou Fenômenos Induzidos? Brasília: MMA, 2007. 192p.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, B. T.; FRANCO R. A. M.: Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.14, n.1, p.55–64, 2010 Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. (2009).