

Levantamento da entomofauna aquática associada ao estado de conservação da mata ciliar de propriedades leiteiras no Vale do Taquari/RS

A fauna de insetos aquáticos é um componente fundamental para o funcionamento dos recursos hídricos. No presente estudo foi realizado o levantamento da fauna de insetos aquáticos em doze propriedades com produção de leite localizadas na microbacia hidrográfica do Arroio da Seca, porção Taquari-Antas, em relação à estrutura da comunidade associada ao estado de conservação da vegetação nativa das Áreas de Preservação Permanente (APP). As amostragens foram realizadas de fevereiro a novembro de 2019 ao longo das margens d'água de arroios de cada propriedade leiteira no Vale do Taquari, nos municípios de Colinas e Imigrante. Foram coletados e identificados um total de 2.724 indivíduos de insetos aquáticos, pertencentes a 8 ordens e 38 famílias. Não houve diferença significativa entre a riqueza e a abundância de insetos aquáticos entre os pontos de coleta, porém a composição de famílias entre os diferentes locais amostrados indicou diferença. Entre as três categorias de conservação a composição de famílias foram significativamente diferentes. Conclui-se que a entomofauna aquática presente nos ambientes lóticos das propriedades leiteiras amostradas sofreram alterações na distribuição de famílias nos diferentes percentuais de conservação de suas APP nativas.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Insetos aquáticos; Vegetação ripária; Bovinocultura.

Survey of the aquatic entomofauna associated with the state of conservation of the ciliary forest of dairy properties in Vale do Taquari/RS

The aquatic insect fauna is a fundamental component for the functioning of water resources. In the present study, a survey of the aquatic insect fauna has been carried out in twelve dairy properties located in the Arroio da Seca watershed, portion of Taquari-Antas, in relation to the community structure associated with the conservation status of the native vegetation in the of Permanent Preservation Areas (APP). Sampling was carried out from February to November 2019 along the banks of streams of each dairy farm in Vale do Taquari, in the municipalities of Colinas and Imigrante. A total of 2.724 individuals of aquatic insects were collected and identified, belonging to 8 orders and 38 families. There was no significant difference between the richness and abundance of aquatic insects between the collection points, but the composition of families between the different sampled locations indicated a difference. Among the three conservation categories the composition of families was significantly different. It is concluded that the aquatic entomofauna present in the lotic environments of the sampled dairy properties went through changes in the distribution of families in the different percentages of conservation of their native APP.

Keywords: Sustainability; Aquatic insects; Riparian vegetation; Cattle farming.

Topic: **Conservação da Biodiversidade**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Received: **02/12/2020**

Approved: **23/12/2020**

Bruna Ehlert 
Universidade do Vale do Taquari, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6461716175156655>
<http://orcid.org/0000-0003-3308-2914>
ehlertbruna@gmail.com

Claudete Rempel 
Universidade do Vale do Taquari, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8340497822227462>
<http://orcid.org/0000-0001-8573-0237>
crempel@univates.br

Marina Schmidt Dalzochio 
Universidade do Vale do Taquari, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8400882066099257>
<http://orcid.org/0000-0001-9241-921X>
mahsdalzochio@gmail.com

Patrícia Caye Bergmann 
Universidade do Vale do Taquari, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8497886339173527>
<http://orcid.org/0000-0003-0081-9158>
patricia.bergmann@universo.univates.br

Gustavo Rodrigo da Silva 
Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4580848075797987>
<http://orcid.org/0000-0003-2669-4365>
gustavo.silva1@universo.univates.br

Cristian Mateus Zerwes 
Universidade do Vale do Taquari, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9316007567169561>
<http://orcid.org/0000-0002-1503-2780>
cristianzerwes@universo.univates.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2020.007.0018

Referencing this:

EHLERT, B.; REMPEL, C.; DALZUCHIO, M. S.; BERGMANN, P. C.; SILVA, G. R.; ZERWES, C. M.. Levantamento da entomofauna aquática associada ao estado de conservação da mata ciliar de propriedades leiteiras no Vale do Taquari/RS. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.7, p.188-203, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.007.0018>

INTRODUÇÃO

As mudanças das paisagens naturais ocasionadas pelos diferentes usos da terra para a execução das diversas atividades humanas provocam sérios impactos dentro de uma bacia hidrográfica, comprometendo a sua integridade ambiental (ZHAO et al., 2016; LIAO et al., 2018). As atividades antrópicas, principalmente voltadas à agricultura representam um dos usos mais significativos da terra, ameaçando a qualidade dos recursos hídricos, dentre tais atividades, destaca-se a pecuária leiteira, onde o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de leite (FAO, 2019). As práticas inadequadas resultantes da pecuária têm gerado efeitos prejudiciais na qualidade da água e no funcionamento ecológico dos ecossistemas aquáticos (HUGHES et al., 2016; SCANES, 2018).

A deterioração dos ecossistemas aquáticos devido à produção leiteira é principalmente ocasionada pela drenagem e captação de suas águas, pela poluição devido ao uso de produtos químicos e pelo aumento das taxas de lotação (LI et al., 2018). É possível ainda destacar a alta deposição de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, e coliformes termotolerantes liberados pelo gado diretamente nos cursos hídricos que provocam a eutrofização destes ecossistemas (MALLIN et al., 2015; SCANES, 2018). O acesso do gado às margens d'água também é uma ameaça que provoca a redução da vegetação ciliar e erosão do solo, prejudicando qualidade da água e a biota presente nestes ambientes (ARNAIZ et al., 2011; GRUDZINSKI et al., 2016).

Entre a biota aquática encontrada nos ambientes lóticos, destacam-se os insetos aquáticos que executam um importante papel ecológico para o funcionamento dos ecossistemas fluviais, onde contribuem em processos como ciclagem de nutrientes, composição e decomposição de material orgânico e na produtividade primária (PRATHER et al., 2013; NICACIO et al., 2015). Estes organismos são amplamente conhecidos por serem bons indicadores biológicos de poluição da água e saúde ecológica dos rios (HELIOVAARA, 2018), sendo utilizados mundialmente em programas de biomonitoramento ambiental por serem altamente sensíveis às mudanças antropogênicas seus ambientes (BUSS et al., 2015; CENEVIVA-BASTOS et al., 2017).

Dentre os organismos indicadores de uma boa qualidade ambiental estão algumas famílias pertencentes as ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) que são consideradas bastante sensíveis à poluição ambiental, sendo abundantes em águas limpas, com grandes concentrações de oxigênio (CRISCI-BISPO et al., 2007; LIGEIRO et al., 2013). Algumas famílias pertencentes as ordens Megaloptera, Heteroptera, Odonata e Coleoptera são consideradas mais tolerantes à poluição, também auxiliando no monitoramento ambiental, assim como indivíduos da ordem Díptera, onde alguns táxons são considerados resistentes e capazes de sobreviver em águas poluídas com baixas concentrações de oxigênio (ROSENBERG et al., 1993; GOULART et al., 2003; CORBI et al., 2017).

A distribuição dos insetos nos ambientes aquáticos está associada a diferentes fatores, como a sensibilidade frente aos níveis de poluição, aos habitats disponíveis, interações bióticas e disponibilidade de recursos (ISMAEL et al., 1999; ESTEVES, 2011). No Brasil, comumente o monitoramento biológico é realizado

através da aplicação de alguns índices bióticos, porém apesar dos benefícios destes índices, eles não consideram as perturbações entorno dos cursos d'água, como o assoreamento e a redução de matas ciliares (YOSHIDA et al., 2012). Sendo que a deterioração da vegetação ripária pode afetar diretamente e indiretamente a qualidade da água e as comunidades aquáticas associadas, resultando na diminuição da diversidade e abundância de organismos sensíveis a alterações ambientais, assim como uma vegetação ripária bem conservada pode conter uma maior abundância e diversidade destes indivíduos (MESA, 2014).

Diversos estudos avaliaram as APP de propriedades produtoras de leite localizadas no Vale do Taquari- Rio Grande Sul, estes locais variaram conforme a conservação de sua vegetação, apresentando desde propriedades com APP mais conservadas, até propriedades com APP mais impactadas (REMPEL et al., 2012; BORTOLI et al., 2014; MARKUS, 2014; ROLOFF et al., 2014; ZERWES, 2015; PESSI et al., 2017; DAIELLO et al., 2020). Neste sentido a produção leiteira pode provocar diversos impactos ecológicos em suas APP, ocasionando a perda de vegetação ciliar ao longo de seus cursos d'água e alterações em seus canais (ARMOUR et al., 1994; WYMAN et al., 2006; HANSEN et al., 2019).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi de realizar o levantamento em propriedades leiteiras, para identificar riqueza, abundância e diversidade dos insetos aquáticos associadas a APP com diferentes estados de conservação nativa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas situa-se na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul e nasce no extremo leste da Bacia com a denominação de Rio das Antas até a foz do Rio Carreiro, quando passa a denominar-se Taquari, desembocando no Rio Jacuí. Esta Bacia é composta por rios de primeira, segunda e terceira ordem e possui uma extensão 546 Km desde a nascente até a sua foz, sendo que 359 km correspondem ao Rio das Antas e 187 km ao Rio Taquari.

Os locais avaliados neste estudo fazem parte da porção Taquari e estão situados na microbacia hidrográfica do Arroio da Seca que abrange uma área de aproximadamente 13.868 hectares. A microbacia do Arroio da Seca abriga os municípios de Imigrante, Colinas, Roca Sales, Teutônia, Westfália, Coronel Pilar, Boa Vista do Sul, Garibaldi e Carlos Barbosa (IBGE, 2014). A vegetação da região é classificada como Floresta Estacional Decidual e o clima é subtropical (KÖPPEN, 1931) com temperatura anual de 18 °C aproximadamente e precipitação média de 1.600 mm (NIH-UNIVATES, 2012).

A presente pesquisa desenvolve-se no âmbito do Grupo de Pesquisa em Avaliação da Sustentabilidade de Propriedades Produtoras de Leite e com registro no SISBIO número 73016-1. Foram determinadas um total de doze propriedades leiteiras para a coleta dos insetos aquáticos, duas dessas pertencem ao município de Colinas, e as demais ao município de Imigrante (FIGURA 1).

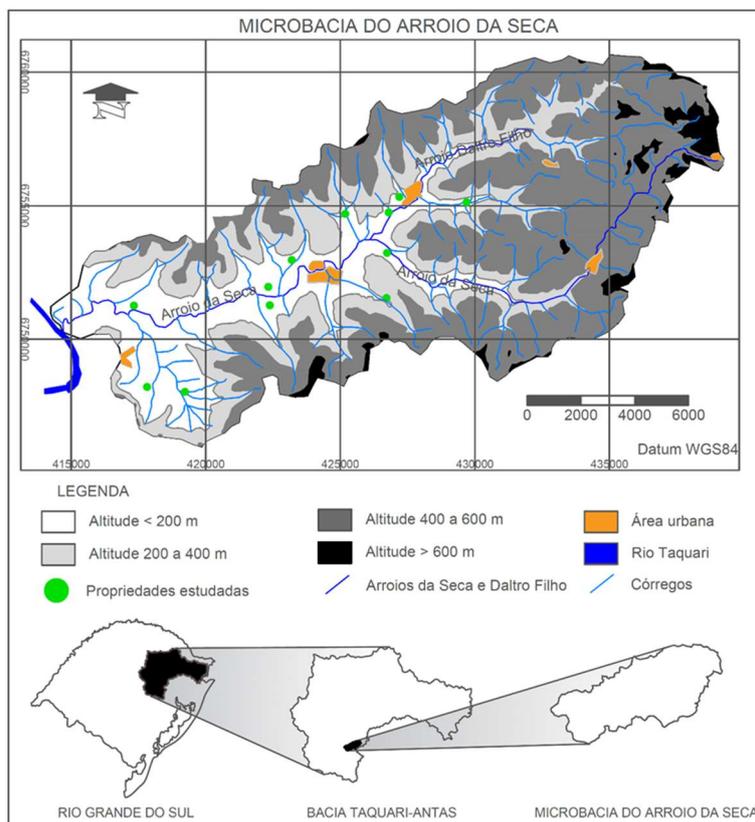


Figura 1: Mapa da microbacia do Arroio da Seca, com a indicação das 12 propriedades estudadas. **Fonte:** Zerwes (2015) e Ministério do Exército (BRASIL, 1980).

Nestas doze propriedades Zerwes (2015), analisou o estrato arbóreo de fragmentos florestais de formação submontana nas áreas de APP dos ambientes lóticos, onde através do levantamento de campo foram calculados índices fitossociológicos e de diversidade, que possibilitaram aferir a conservação da vegetação nativa e a degradação ambiental existente. De acordo com os dados levantados por Zerwes (2015) referentes ao percentual de vegetação nativa presente em cada APP, classificamos as doze propriedades leiteiras em três categorias, sendo: a) Ótima: propriedades com mais de 60% de vegetação nativa; b) Boa: propriedades com 40% até 60% de vegetação nativa; c) Regular: propriedades que possuem até 40% de vegetação nativa (TABELA 1).

Tabela 1: Levantamento da vegetação nativa das APP presentes nos ambientes lóticos das doze propriedades do estudo e suas classificações de acordo com o percentual de APP nativa.

Propriedades leiteiras	Área total (ha)	Área em APP (% da área total)	APP com vegetação nativa (% da APP)	Classificação conforme % de conservação da APP nativa
P1	33,0	14,8	93,9	Ótima
P2	15,5	12,9	70,0	Ótima
P3	18,1	44,3	56,0	Boa
P4	6,5	20,3	54,9	Boa
P5	21,0	2,9	50,0	Boa
P6	30,4	8,7	45,6	Boa
P7	30,3	12,7	39,3	Regular
P8	18,3	10,4	36,8	Regular
P9	12,8	20,1	15,0	Regular
P10	6,8	29,0	14,1	Regular
P11	19,0	10,3	11,3	Regular
P12	18,0	6,9	5,2	Regular

Fonte: Adaptada de Zerwes (2015).

Descrição dos pontos de coleta

Foram determinados um total de doze propriedades leiteiras para a amostragem dos insetos aquáticos, sendo um ponto de coleta nas margens d'água do lado da sede de cada propriedade ao longo da microbacia hidrográfica do Arroio da Seca (QUADRO 1).

Quadro 1: Características dos pontos de amostragem durante o período de estudo.

Ponto	Caracterização
P1	Cidade de Imigrante (S 29°21'44,8"W 51°47'59,3"). Possui vegetação ciliar em estágio de regeneração médio e largura de 15 metros, representado em maior número por duas espécies nativas: <i>Erythroxylum argentinum</i> e <i>Gymnanthes klotzschiana</i> . Apresenta sinais de erosão e desflorestamento, além do acesso do gado leiteiro. Suas margens d'água possuem substrato formado por cascalhos e seixos misturado com matéria orgânica em decomposição composta principalmente de folhas de árvores da vegetação ripária.
P2	Cidade de Imigrante (S 29°19'19,91" W 51°45'10,79"). O substrato das margens d'água deste local é composto por seixos e cascalhos, possui vegetação ripária em estágio médio de regeneração com 4 metros de largura. Espécies nativas de <i>Erythroxylum argentinum</i> e <i>Allophylus edulis</i> estão presentes. Este local não apresenta sinais de erosão ou desflorestamento.
P3	Cidade de Imigrante (S 29°19'54,5" W 51°45'17,4"). A largura da vegetação ciliar deste ponto é de 1 metro, caracterizada em estágio médio de regeneração, representada em maior número pelas espécies <i>Morus nigra</i> (exótica) e <i>Nectandra megapotamica</i> (nativa). As margens d'água possuem substrato coberto de seixos e cascalhos.
P4	Cidade de Imigrante (S 29°21'02,97" W 51°47'28,74"). A vegetação ciliar possui 5 metros de largura, estando em estágio avançado de regeneração, composta em sua maioria por espécies nativas como: <i>Allophylus edulis</i> , <i>Nectandra megapotamica</i> e <i>Lonchocarpus nitidus</i> . Suas margens d'água não apresentam processos erosivos, sendo seu substrato composto por cascalho.
P5	Cidade de Imigrante (S29°23'29,5" W51°49'59,35"). A vegetação ripária encontra-se em estágio médio de regeneração e está possui 5 metros de largura, sendo composta por indivíduos da espécie nativa <i>Casearia sylvestris</i> e da espécie exótica <i>Hovenia dulcis</i> . As margens d'água são estáveis, sem evidência de erosão e de desflorestamento, tendo no seu substrato grande quantidade de seixos e cascalho.
P6	Cidade de Colinas (S29°23'32.51" W51°50'43.62"). Possui vegetação ciliar de 3 metros de largura, suas margens não apresentam processos erosivos e possuem uma grande quantidade de seixos em seu substrato. Sua vegetação ripária possui estágio médio de regeneração, tendo a espécie nativa predominante <i>Eugenia uniflora</i> .
P7	Cidade de Imigrante (S 29°20'34,3" W 51°45'34,2"). As margens d'água deste local possuem largura de 8 metros de vegetação ciliar, estando em estágio médio de regeneração, tendo as espécies nativas a <i>Cupania vernalis</i> , <i>Nectandra megapotamica</i> e <i>Gymnanthes klotzschiana</i> , além da exótica <i>Hovenia dulcis</i> . Suas margens d'água não apresentam sinais de erosão e possuem o substrato caracterizado por seixos e cascalho.
P8	Cidade de Imigrante (S 29°21'47,4" W 51°45'25,9"). Este ponto possui a vegetação ciliar em estágio médio de regeneração com sub-bosque degradado, onde há evidências de desflorestamento e erosão em suas margens d'água com a entrada do gado leiteiro. A largura da vegetação ripária é de 6 metros, sendo representada por indivíduos da espécie nativa <i>Annona neosalicifolia</i> . O substrato destas margens d'água é composto por seixos e cascalhos.
P9	Cidade de Imigrante (S 29°19'40,23" W 51°43'31,95"). Este ponto possui vegetação ciliar em estágio médio de regeneração com largura de 6 metros. As principais espécies são nativas representadas por <i>Erythroxylum argentinum</i> e <i>Gymnanthes klotzschiana</i> . Há sinais de desflorestamento nas margens d'água e o acesso do gado leiteiro neste local, sendo o substrato deste ambiente composto principalmente por cascalho.
P10	Cidade de Imigrante (S 29°22'00,9" W 51°51'09,6"). A vegetação ripária deste ponto possui sinais de desflorestamento e erosão, com largura de 15 metros e a vegetação com estágio médio de regeneração. A espécie exótica <i>Eucalyptus</i> sp. é predominante no local. O substrato do curso d'água é caracterizado por seixos e cascalhos e grande deposição de matéria orgânica. As corredeiras neste local são frequentes.
P11	Cidade de Colinas (S 29°32'28,5" W 51°49'59,0"). Este sítio de coleta apresenta vegetação inicial restrita de sub-bosque degradado e sua largura é de 1,5 metros e a espécie nativa <i>Schinus terebinthifolius</i> como mais abundante. Possui margens instáveis, erosão, desflorestamento e a entrada do gado leiteiro. O fundo deste curso d'água é composto por cascalho, alguns seixos e uma grande quantidade de matéria orgânica.
P12	Cidade de Imigrante (S 29°20'3,3"W 51°46'13,2). A vegetação ripária possui 3 metros de largura e encontra-se em estágio médio de regeneração, tendo espécies nativas como a <i>Luehea divaricata</i> e a <i>Parapiptadenia rigida</i> , além da espécie exótica <i>Brugmansia suaveolens</i> . O substrato de suas margens d'água é formado por cascalhos e por poucos seixos.

Amostragem da entomofauna aquática

O material faunístico analisado consistiu naquele associado às margens da vegetação ciliar das APP nos cursos d'água das doze propriedades leiteiras. As coletas dos insetos aquáticos ocorreram nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro do ano de 2019, estas foram sazonais, sendo no total quatro coletas nas

margens dos cursos d'água de cada propriedade.

Conforme a metodologia adaptada de Strohschoen et al. (2009), os insetos aquáticos foram capturados com o auxílio de um amostrador Surber (MERRIT et al., 1984), num total de 4 m², constituídos de 4 réplicas de 1 m² de área amostrada por ponto, com um esforço de amostragem equivalente a 30 minutos, nas margens d'água da sede de cada propriedade. As quatro medidas obtidas foram integralizadas para compor um ponto de coleta, embora acondicionadas e processadas individualmente.

Todo o substrato contido na malha do amostrador foi transferido para sacos frascos identificados, contendo álcool etílico 70%, em seguida, foi realizado o processo de triagem, quantificação e identificação dos organismos até o nível de família, utilizando chaves dicotômicas específicas (MERRIT et al., 1984; LOPRETTO et al., 1995; FERNÁNDEZ et al., 2001; PES et al., 2005; BENETTI et al., 2006; COSTA et al., 2006; MUGNAI et al., 2010; HAMADA et al., 2014). Posteriormente os organismos foram acondicionados em frascos devidamente etiquetados contendo álcool a 70%. O material será depositado na coleção entomológica do Museu de Ciências Naturais da Univates (MCNU).

Análises

As diferenças estatísticas das métricas biológicas de abundância e riqueza da entomofauna aquática foram avaliadas através do Teste não paramétrico de Friedman, o qual comparou os insetos aquáticos pertencentes as estações iguais entre os pontos amostrados. O mesmo teste também foi aplicado para avaliar a abundância e a riqueza dos organismos coletados entre as diferentes estações do ano, assim como entre as propriedades classificadas conforme o percentual de conservação de suas APP nativas (Ótima, Boa e Regular). Para investigar as diferenças na composição de famílias entre os pontos amostrados, os tipos de conservação e as diferentes estações do ano utilizou-se uma PERMANOVA de um fator, com similaridade de Bray-curtis e 9999 permutações. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software PAST 4.02.

RESULTADOS

Foram coletados 2.724 de insetos aquáticos, pertencentes a 8 ordens e 38 famílias. O número de indivíduos de cada família, para cada ponto amostrado é apresentado no Quadro 2.

Quadro 2: Grupos taxonômicos e frequências absolutas de insetos aquáticos por famílias encontradas em cada amostra local nas 12 propriedades do estudo.

Estado de Conservação	Ótimo		Bom				Regular					
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12
COLEOPTERA												
Hydrophilidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	0
Psephenidae	2	2	13	1	4	0	1	20	0	11	36	2
Elmidae	4	29	77	9	3	23	20	2	9	2	4	10
Noteridae	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Dryopidae	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Dytiscidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
DÍPTERA												
Tipulidae	0	2	0	1	1	0	1	1	0	1	0	3
Chironomidae	54	69	74	64	12	57	63	61	274	11	123	22
Tabanidae	5	3	0	1	1	0	3	3	1	1	21	2

Estado de Conservação	Ótimo		Bom				Regular					
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12
Empididae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Simuliidae	0	0	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0
Psychodidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Culicidae	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0
TRICHOPTERA												
Leptoceridae	121	22	3	10	5	0	6	11	8	7	23	20
Hydroptilidae	2	0	0	2	0	0	1	1	1	2	0	0
Calamoceratidae	6	2	2	2	1	9	4	13	3	0	12	6
Polycentropodidae	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
Ecnomidae	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	0	0	2	1	0	3	3	4	0	0	6	0
Glossosomatidae	0	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EPHEMEROPTERA												
Leptohyphidae	63	6	0	8	2	2	27	20	63	18	21	4
Caenidae	7	27	6	6	10	12	13	17	25	2	234	63
Leptophlebiidae	0	9	6	6	2	2	1	4	0	11	4	1
Baetidae	5	3	11	2	2	0	3	1	3	2	13	1
LEPIDOPTERA												
Pyralidae	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
PLECOPTERA												
Perlidae	0	6	11	1	3	0	1	1	1	1	0	3
Gripopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ODONATA												
Libellulidae	6	0	0	1	0	1	2	1	5	4	44	1
Gomphidae	40	1	0	0	0	1	2	1	4	7	1	0
Calopterygidae	1	2	0	0	2	2	2	0	1	0	0	0
Coenagrionidae	0	0	0	0	0	7	0	0	1	1	36	1
Aeshnidae	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0
HEMIPTERA												
Veliidae	1	16	0	2	5	0	14	3	0	0	0	43
Naucoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Belostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	5	0
Gelastocoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Mesoveliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Gerridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total de Indivíduos por Ponto	318	241	220	121	53	126	172	167	400	84	638	184
Total de Indivíduos	2724											
Total de Famílias por Ponto	15	19	13	20	14	16	21	20	15	18	22	17
Total de Famílias	38											

Os meses em que as coletas foram realizadas, fevereiro (verão), maio (outono), agosto (inverno) e novembro (primavera), apresentaram diferentes valores de temperatura (FIGURA 2) e precipitação pluviométrica (FIGURA 3).

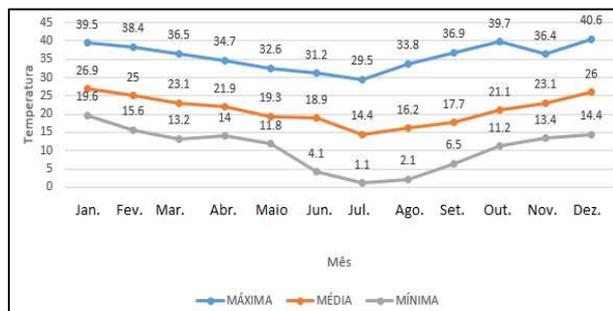


Figura 2: Gráfico das temperaturas mínimas, médias e máximas nos diferentes meses do ano. **Fonte:** NHI-UNIVATES (2019).



Figura 3: Gráfico da precipitação pluviométrica nos diferentes meses do ano. **Fonte:** NHI-UNIVATES (2019).

As ordens mais representativas do estudo foram: Díptera (1.018 organismos), Ephemeroptera (748 organismos) e Trichoptera (345 indivíduos). Quanto à abundância das famílias, Chironomidae foi a mais expressiva contendo 884 organismos, seguida de Caenidae com 422 indivíduos, ambas estiveram presentes em todos os pontos amostrais, assim como organismos da família Elmidae.

Em relação ao número de indivíduos, a família Chironomidae (Ordem Díptera) foi a mais elevada em sete pontos do estudo (P2, P4, P5, P6, P7, P8 e P9). Na propriedade do ponto 1 (P1) o maior número de organismos foi representado pela família Leptoceridae (Ordem Trichoptera). O ponto 10 (P10) foi representado pela predominância da família Leptohyphidae (Ordem Ephemeroptera) e os pontos 11 (P11) e 12 (P12) a família mais expressiva foi a Caenidae (Ordem Ephemeroptera). Algumas famílias foram exclusivas de apenas um ponto amostral: Empididae (P6), Psychodidae (P8), Griptopterygidae (P10), Gelastocoridae (P11), Dytiscidae (P12) e Gerridae (P12) (QUADRO 2).

A abundância de insetos aquáticos não variou entre os pontos de coleta ($\chi^2=15,51$, gl=11, $p=0.150$) (FIGURA 4), assim como a riqueza não foi significativa entre os sítios amostrados ($\chi^2=7.99$, gl=11, $p=0.68$) (FIGURA 5). O resultado do Teste de Friedman não exibiu diferença em relação a riqueza entre as estações amostradas ($\chi^2=2,97$, gl = 3, $p =0.370$), porém a abundância de organismos foi significativamente diferente ($\chi^2=10,3$, gl =, $p =0.016$), entre o outono e inverno ($p=0.003$) e o outono e primavera ($p= 0.04$). Em relação a composição de famílias de insetos aquáticos entre os pontos amostrados a PERMANOVA indicou significância ($F=1.586$, $p=0.0002$).

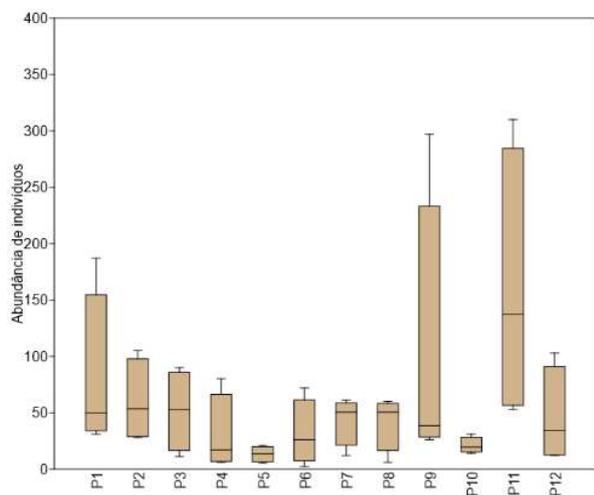


Figura 4: Abundância de indivíduos de insetos aquáticos nos doze pontos do estudo.

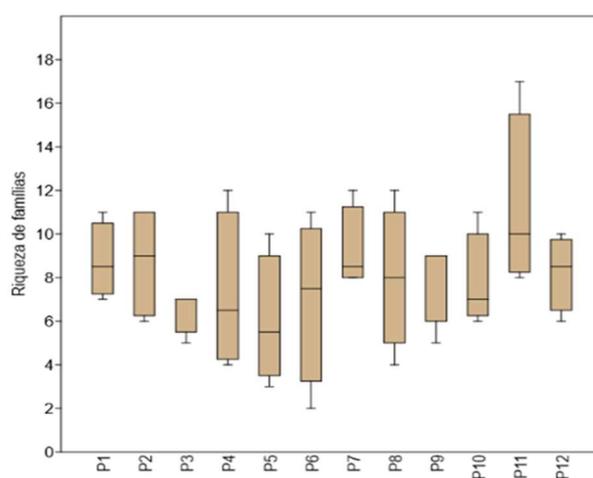


Figura 5: Riqueza de famílias de insetos aquáticos nos doze pontos do estudo.

As propriedades da categoria Ótima (P1 e P2) tiveram uma maior abundância de indivíduos da família Leptoceridae (ordem Trichoptera), já as representantes da categoria Boa (P3, P4, P5 e P6) e Regular (P7, P8, P9 e P10, P11 e P12) apresentaram uma maior abundância da família Chironomidae. Quanto a distribuição de famílias, algumas foram exclusivas, nas propriedades consideradas Boas, a família Empididae (ordem Díptera) e nas consideradas Regulares as famílias Dryopidae (ordem Coleoptera), Dytiscidae (ordem Coleoptera), Psychodiade (ordem Díptera), Naucoridae (ordem Hemiptera), Belastomatidae (ordem

Hemiptera), Gelastocoridae (ordem Hemiptera), Mesoveliidae (ordem Hemiptera) e Gerridae (ordem Hemiptera) (QUADRO 2).

De acordo com as análises estatísticas a abundância de insetos aquáticos variou entre os diferentes tipos de conservação ($\chi^2=6.5$, $gl=2$, $p=0.05$), entre Ótima e Regular ($p= 0.006996$) e entre Boa e Regular ($p= 0.00557$) (FIGURA 6), porém a riqueza não foi significativa ($\chi^2=4.5$, $gl=2$, $p=0.120$) (FIGURA7). Em relação a composição de famílias, está apresentou diferença entre as estações do ano ($F=3.119$, $p=0.0001$), para: verão e inverno ($p=0.0003$); verão e primavera ($p=0.0001$); outono e inverno ($p= 0.0057$); outono e primavera (0.0005); inverno e primavera ($p= 0.0255$). Para os diferentes tipos de conservação a composição de famílias foram significativamente diferentes ($F=2.084$, $p=0.0177$), entre Ótima e Regular ($p=0.05$) e entre Boa e Regular ($p= 0.03$) (FIGURA 8).

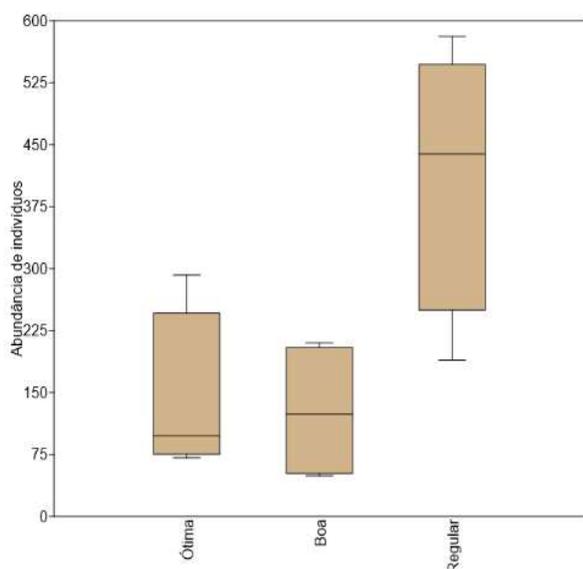


Figura 6: Abundância de insetos aquáticos nas propriedades leiteiras com diferentes tipos de conservação.

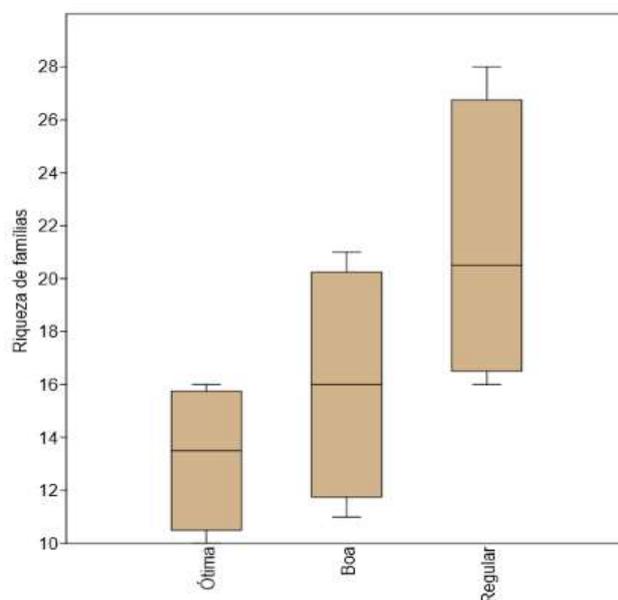


Figura 7: Riqueza de famílias de insetos aquáticos nas propriedades leiteiras com diferentes tipos de conservação.

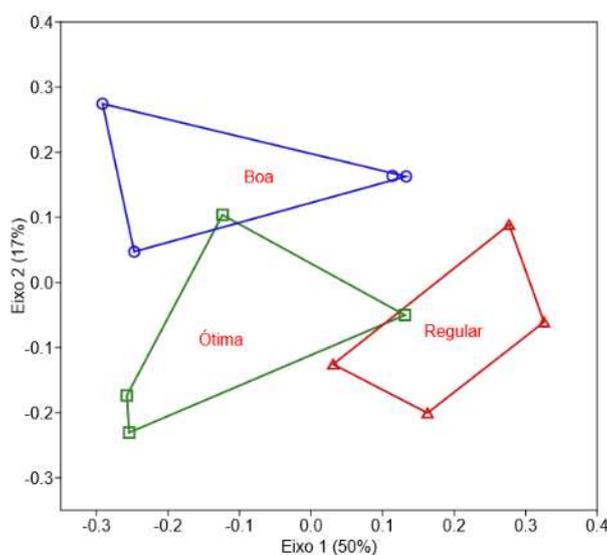


Figura 8: Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) nas diferentes classificações de conservação de APP nativa e as famílias de insetos aquáticos.

O escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) nas propriedades com diferentes tipos de classificações demonstrou diferença em relação a composição das famílias de insetos amostrados, onde fica clara separação espacial entre as propriedades classificadas como Ótima, Boa e Regular (FIGURA 8).

DISCUSSÃO

As famílias Chironomidae, Elmidae e Caenidae estiveram presentes em todos os pontos amostrais, o que confirma a capacidade desses grupos em explorar diferentes locais. Chironomidae possui distribuição global e ocorre em grande abundância em ecossistemas aquáticos, estes organismos possuem a capacidade de se adaptar a condições ambientais adversas, expressando uma ampla gama de tolerâncias para concentrações de oxigênio dissolvido, fato que faz com que estes sejam encontrados nos mais variados ambientes (FERRINGTON, 2008; TRIVINHO-STRIXINO, 2011; LESZCZYŃSKA et al., 2019). Os coleópteros da família Elmidae são encontrados nos mais diversos ambientes aquáticos, desde ambientes de águas muito limpas e bem oxigenadas, até locais considerados moderadamente impactados, o que torna sua presença possível em corpos d'água com diferentes características ambientais (DOMÍNGUEZ et al., 1998; SANTOS et al., 2011; SEGURA et al., 2012; GONZÁLEZ-CÓRDOBA et al., 2020). As ninfas da família Caenidae são distribuídas em grande número nos ambientes aquáticos, sendo consideradas generalistas e bastante tolerantes a ambientes poluídos (ALBA-TERCEDOR, 1996; SILVA, 1998; DOMÍNGUEZ et al., 2006; SALLES, 2006; LOPES et al., 2008) e ocorrem em grande abundância em diversos levantamentos realizados recentemente com biomonitoramento (LAINI et al., 2019; MUSONGE et al., 2019; SMITH et al., 2019; GONCHAROV, 2020).

A família Leptoceridae apresentou um maior número de indivíduos para a categoria considerada Ótima, a abundância dos indivíduos desta família pode estar ligada com a ampla vegetação existente nestas propriedades, estes organismos possuem uma forte dependência de diferentes fontes de alóctones (RÍOS-TOUMA et al., 2011). Nossos resultados estão de acordo com o estudo de O'Toole et al. (2016), onde os autores constaram que a vegetação influenciou a abundância desta família devido ao fornecimento de matéria orgânica, hábitat e sombreamento. Para as categorias Boas e Regulares a família Chironomidae apresentou uma maior abundância de organismos. De acordo com Molineri et al. (2020) quase toda a comunidade de água doce é composta por Chironomidae e somente a presença destes indivíduos a nível de família não identificam com precisão locais degradados de não degradados. Conforme Serra et al. (2017) estes os organismos necessitam de níveis mais precisos de identificação para comprovarem a sua sensibilidade. Nossos resultados estão de acordo com diversos estudos realizados em áreas agrícolas que executam atividades voltadas a pecuária em que está família apresenta grande abundância (BRACCIA et al., 2006; HEPP et al., 2009; BAPTISTA et al., 2014; STEWART et al., 2014; COSTA, 2015; SERRA, 2017; PERALTA et al., 2018; CORTESE et al., 2019; ZEQUI et al., 2019).

Quanto as estações do ano amostradas, a abundância de insetos aquáticos foi mais expressiva no inverno, está diferiu entre o outono e inverno e outono e primavera, este fato pode estar relacionado ao aumento pluviométrico, pois o mês de coleta pertencente ao outono foi o de maior precipitação comparado

aos meses amostrados no inverno e na primavera. As precipitações podem gerar mudanças nos habitats dos organismos aquáticos, onde os períodos mais secos são considerados mais estáveis, pois os organismos não são arrastados pela correnteza, favorecendo um maior tempo de colonização e posteriormente aumento na abundância de indivíduos (BAPTISTA et al., 2001; PRINCIPE et al., 2007; BELMAR et al., 2013). Nossos resultados confirmam estudos que constataram um aumento significativo de macroinvertebrados em períodos considerados mais secos, de menor pluviosidade (UIEDA et al., 1996; KIKUCHI et al., 1998; RIBEIRO et al., 2005; SILVA, 2007; ANDRADE et al., 2008; SU et al., 2019; MWAIJENGO et al., 2020). As diferenças encontradas na composição das famílias entre algumas estações do ano podem estar relacionadas às características ecológicas de cada táxon, da sua capacidade de resistência e resiliência frente as mudanças ambientais adversas como temperatura e pluviosidade (BOTWE et al., 2015).

A composição das famílias variou entre os pontos amostrados e entre as categorias de conservação, famílias consideradas tolerantes a alguns níveis de poluição, como Hydrophilidae, Simuliidae, Hydropsychidae estiveram presentes nas categorias consideradas Boa e Regular e ausentes em propriedades classificadas como Ótimas. A categoria Regular apresentou a presença exclusiva de algumas famílias consideradas bastante resistentes aos impactos ambientais como Naucoridae e Dytiscidae, assim como os hemípteros das famílias Gelastocoridae, Mesoveliidae, Gerridae e Belostomatidae, além da família Psychodidae da ordem Díptera (ALBA-TERCEDOR 1988; HILSENHOFF, 1988; BARBOUR et al., 1999; JUNQUEIRA et al., 2000; LOYOLA et al., 2000; TONIOLO, 2001). Estes resultados sugerem que áreas mais impactadas devido à perda da sua vegetação natural abrigam um maior número de organismos considerados resistentes as mudanças ambientais. Nossos resultados corroboram pesquisas realizadas em ambientes lóticos localizados em áreas de pecuária, onde foram encontrados a maior presença de macroinvertebrados tolerantes e de hábitos mais generalistas em áreas com maiores modificações geradas pelo uso da terra e de menor vegetação natural (HEPP et al., 2009; DOLÉDEC et al., 2011; CASTRO et al., 2016).

Em nosso estudo encontramos 38 famílias de insetos aquáticos, algumas pesquisas no estado do RS apresentaram o número de famílias semelhante ou superior (KÖNIG et al., 2008; BUCKUP et al., 2007; COPATTI et al., 2010; BAPTISTA et al., 2014; CHAGAS et al., 2017; MANFRIN et al., 2019). A investigação mais próxima espacialmente do presente estudo foi realizada por Strohschoen et al. (2015), que registraram 20 famílias de insetos aquáticos na região do Vale do Taquari, em três rios na bacia hidrográfica do rio Forqueta, sub-bacia da Bacia hidrográfica do rio Taquari, sendo que o nosso estudo apresentou uma maior riqueza de famílias.

Algumas famílias representantes do grupo EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), consideradas sensíveis a poluição estiveram presentes para as categorias Ótima, Boa e Regular. Um táxon considerado bastante sensível que apareceu em todas as três categorias foi a família Perlidae, estes organismos vivem preferencialmente em águas muito limpas e bem oxigenadas, no estudo de Corbi et al. (2017) estes indivíduos foram registrados em locais de referência, considerados naturais, assim como Siegloch et al. (2016) encontraram estes organismos somente em riachos com maiores complexidades de vegetação nativa. Ao compararem córregos de áreas com vegetação mais preservada e córregos localizados

em áreas de atividade leiteira Brand et al. (2015) constataram uma grande diminuição de indivíduos da ordem Plecoptera em locais de pecuária com acesso ao gado. Nossos resultados demonstram que apesar das modificações causadas pelos diferentes usos da terra pela pecuária leiteira, as propriedades investigadas abrigam famílias sensíveis consideradas bioindicadoras de qualidade ambiental.

CONCLUSÕES

Alguns táxons de insetos aquáticos são considerados sensíveis a diversos fatores ambientais, conseqüentemente, a estrutura da comunidade destes organismos tem sido usada comumente como uma importante ferramenta no monitoramento da qualidade ambiental dos recursos hídricos. O estudo registou representantes de insetos aquáticos exigentes de boas condições ambientais em todos os pontos do estudo, mostrando que apesar das alterações ambientais geradas pela pecuária leiteira, estes ambientes possuem organismos sensíveis à poluição ambiental, encontradas mesmo nos pontos localizados em propriedades menos conservadas conforme suas APP nativas.

No presente estudo a composição das famílias de insetos aquáticos diferiu entre os pontos amostrados e entre as diferentes categorias de percentual de cobertura vegetal, os pontos menos conservados apresentaram famílias exclusivas considerados resistentes as mudanças ambientais. Nesse sentido, a entomofauna aquática presente nos ambientes lóticos das propriedades leiteiras amostradas sofreram alterações na distribuição de táxons pelos diferentes percentuais de conservação de suas APP nativas.

Para tanto, mais pesquisas aprofundadas devem ser realizadas com estes organismos ao longo dos trechos avaliados neste estudo, para promover a manutenção da qualidade ambiental dos recursos hídricos, sendo que presente trabalho constitui-se como subsídio a possíveis programas de biomonitoramento que venham a ser realizados no estado do Rio Grande do Sul, juntamente a projetos de gestão de comitês de bacias hidrográficas.

A informação gerada nesta pesquisa representa uma valiosa ferramenta para auxiliar na formulação de iniciativas voltadas à sustentabilidade ambiental direcionadas a produção da pecuária leiteira, priorizando a conservação dos recursos naturais, através da identificação de fatores que podem alterar a saúde dos ecossistemas aquáticos.

AGRADECIMENTOS: Aos bolsistas do grupo de pesquisa pelo auxílio na preparação dos materiais durante o período das coletas em campo; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil, pela bolsa-taxa de doutorado e aos produtores rurais que disponibilizaram suas propriedades para pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALBA-TERCEDOR, J.. Macroinvertebrados acuaticos y calidad Del lãs águas de los rios. In: SIMPOSIO DEL AGUA EM ANDALUCIA, 4. *Anais*. 1996. p.203-213.

ANDRADE, H. T. A.; SANTIAGO, A. S.; MEDEIROS, J. F..
Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos com

- enfoque nos insetos aquáticos do Rio Piranhas-Assu, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Entomo Brasilis**, v.1, n.3, p.51-56, 2008.
- ARMOUR, C. L.; DUFF, D. A.; ELMORE, W.. The effects of livestock grazing on western riparian and stream ecosystem. **Fisheries**, v.19, n.9 p.9-12, 1994.
- ARNAIZ, O.; WILSON, A.; WATTS, R.; STEVENS, M.. Influence of riparian condition on aquatic macroinvertebrate communities in an agricultural catchment in southeastern Australia. **Ecol. Res.**, n.26, p.123-131, 2011.
- BAPTISTA, D.; BUSS, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M.; NESSIMIAN, J. L.. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v.61, n.2, p.249-258, 2001.
- BAPTISTA, V. A.; ANTUNES, M. B.; MARTELLO, A. R.; FIGUEIREDO, N. S. B.; SECRETI, E.; BRAUN, B.; AMARAL, A. M. B.. Influence of environmental factors on the distribution of families of aquatic insects in Rivers in southern Brazil. **Ambiente e Sociedade**, v.17, n.3, p.155-176, 2014.
- BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B.. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers**: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. 2 ed. Washington: Environmental Protection Agency, 1999.
- BELMAR, O.; VELASCO, J.; MARTÍNEZ-CAPEL, F.; MARIN, A. A.. The influence of natural flow regimes on macroinvertebrate assemblages in a semiarid Mediterranean basin. **Ecohydrology**, v.6, p.363-379, 2013.
- BENETTI, C. J.; FIORENTIN, G. L.; CUETO, J. A. R.; NEISS, U. G.. Chaves de identificação para famílias de coleópteros aquáticos ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v.1, n.1, p.24-28, 2006.
- BOJSEN, B. H.; JACOBSEN, D.. Effects of deforestation on macroinvertebrate diversity and assemblage structure in Ecuadorian Amazonian. **Archiv für Hydrobiologie**, v.158, p.17-342, 2003.
- BORTOLI, J.; REMPEL, C.; BICA, J. B.. Sustentabilidade ambiental de propriedades leiteiras localizadas em floresta ombrófila mista e em floresta estacional decidual, no Vale Do Taquari/RS. **Revista Gestão, Sustentabilidade e Negócios**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.146-163, 2014.
- BOTWE, P. K.; BARMUTA, L. A.; MAGIEROWSKI, R.; MCEVOY, P.; GOONAN, P.; CARVER, S.. Temporal Patterns and Environmental Correlates of Macroinvertebrate Communities in Temporary Streams. **PLoS One**, v.1, p.19, 2015.
- BRACCIA, A.; VOSHELL, J. R.. Benthic Macroinvertebrate Fauna in Small Streams Used by Cattle in the Blue Ridge Mountains, Virginia. **Northeastern Naturalist.**, v.13, n.2, p.269- 286, 2006.
- BRAND, C.; MISERENDINO, M. L.. Testing the performance of macroinvertebrate metrics as indicators of changes in biodiversity after pasture conversion in Patagonian Mountain streams. **Water, Air, & Soil Pollution**, n.226, p.370, 2015.
- BRASIL. Ministério do Exército. **Lajeado: Folha SH.22-V-D-II-3 MI 2952/3**. Rio de Janeiro: Diretoria de Serviço Geográfico, 1980.
- BUCKUP, L.; BUENO, A. A. P.; BOND-BUCKUP, G.; CASAGRANDE, M.; MAJOLO, F.. The benthic macroinvertebrate fauna of highland streams in Southern Brazil: composition, diversity and structure. **Rev. Bras. Zool.**, v.24, n.2, p.294-301, 2007.
- BUSS, D. F.; CARLISLE, D. M.; CHON, T. S.. Stream biomonitoring using macroinvertebrates around the globe: a comparison of large-scale programs. **Environ Monit Assess**, n.187, p.32-41, 2015.
- CASTRO, D. M. P.; CARVALHO, D. R.; POMPEU, P. D. S.; MOREIRA, M. Z.; NARDOTO, G. B.; CALLISTO, M.. Land use influences niche size and the assimilation of resources by benthic macroinvertebrates in tropical headwater streams. **PLoS ONE**, v.11, e0150527, 2016.
- CENEVIVA-BASTOS, M.; PRATES, D. B.; ROMERO, R. M.; BOSPO, P.C.; CASATTI, L.. Trophic guilds of EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera) in three basins of the Brazilian Savanna. **Limnologia. Ecology and Management of Inland Waters**, n.63, p.11-17, 2017.
- CHAGAS, F. B.; RUTKOSKI, C. F.; BIENIEK, G. B.; VARGAS, G. D. L. P.; HARTMANN, P. L.; HARTMANN, M. T.. Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade da água em rios no sul do Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v.12, n.3, 2017.
- COPATTI, C. E.. Diversidade de macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no sul do Brasil. **Perspectiva**, v.34, n.124, p.79-91, 2010.
- CORBI, J. J.; TRIVINHO-STRIXINO, S.. Chironomid species are sensitive to sugarcane cultivation. **Hydrobiologia**, v.785, n.1, p.91-99, 2017.
- CORTESE, B.; ARPELLINO, J. P. Z.; PAGGI, A. C.. Chironomid genera distribution related to environmental characteristics of a highly impacted basin (Argentina, South America). **Environ. Sci. Pollut.**, v.26, p.8087-8097, 2019.
- COSTA, E. B.. **Distribuição de larvas de Chironominae (Insecta: Díptera: Chironomidae) em cursos d'água de baixa ordem sob influência de diferentes usos do solo no Município de Cabo Verde, MG**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal de Alfenas, Belo Horizonte, 2015.
- COSTA, F. L. M.; OLIVEIRA, A.; CALLISTO, M.. Inventário da diversidade de macroinvertebrados bentônicos no reservatório da estação ambiental de Peti, MG, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v.1, n.1, p.17-23, 2006.
- CRISCI-BISPO, V. L.; BISPO, P. C.; FROEHLICH, C. G.. Assembléias de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em dois córregos da Mata Atlântica, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n.2, p.312-318, 2007.

- DAIELLO, C. Z.; REMPEL, C.. Permanent Preservation Areas scenarios in dairy farms in the Vale do Taquari against the forest code. **Sustentabilidade Em Debate**, v.11, n.1, p.33-50, 2020.
- DOLÉDEC, S.; PHILLIPS, N.; TOWNSEND, C.. Invertebrate community responses to land use at a broad spatial scale: trait and taxonomic measures compared in New Zealand Rivers. **Freshw. Biol.**, v.56, n.1670-1688.
- DOMÍNGUEZ, E.; FERNÁNDEZ, H. R.. Calidad de los ríos de la cuenca del Salí (Tucumán, Argentina) medida por un índice biótico. **Conservación de la Naturaleza**, n.12, 1998.
- DOMÍNGUEZ, E.; MOLINERI, C.; PESCADOR, M. L.; HUBBARD, M. D.; NIETO, C.. Ephemeroptera of South America. In Aquatic Biodiversity of Latin America. In: ADIS, J.; ARIAS, J. R.; RUEDA-DELGADO, G.; WANTZEN, K. M.. **Aquatic Biodiversity of Latin America**. 2 ed. Moscow-Sofia Pensoft, 2006. p.1-646.
- ESTEVEZ, F. A.. **Fundamentos de Limnología**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- FERNÁNDEZ, H. R.; DOMINGUEZ, E.. **Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos**. Tucumán: UNT, 2001.
- FERRINGTON, L. C.. Global diversity of non-biting midges (Chironomidae; Insecta-Diptera) in freshwater. **Hydrobiologia**, n.595, p.447-445, 2008.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistic Division**. FAO, 2019.
- GONCHAROV, A. V.; BATURINA, N. S.; MARYINSKY, V. V.; KAUS, A. K.; CHALOV, S. R.. Ecological assessment of the Selenga River basin, the main tributary of Lake Baikal, using aquatic macroinvertebrate communities as bioindicators. **Journal of Great Lakes Research**, v.46, n.1, p.53-61, 2020.
- GONZALEZ, C.; CHARÁ, J.; ZÚÑIGA, M. D. C.; GIRALDO, L. P.; RAMÍREZ, Y. P.. Sensibilidad de Elmidae (Insecta: Coleoptera) a la perturbación del hábitat y la calidad fisicoquímica del agua en ambientes lóticos de los Andes colombianos. **Revista de Biología Tropical**, v.68, n.2, p.601-622, 2020.
- GOULART, M. D.; CALLISTO, M.. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista FAPAM**, v.2, p.153-164, 2003.
- GRUDZINSKI, B. P.; DANIELS, M. D.; ANIBAS, K.; SPENCER, D.. Bison and cattle grazing management, bare ground coverage, and links to suspended sediment concentrations in grassland streams. **J. Am. Water Resour Assoc.**, n.52, p.16-30, 2016.
- HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B.. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Inpa, 2014.
- HANSEN, B. D.; FRASER, H. S.; JONES, S. F.. Livestock grazing effects on riparian bird breeding behaviour in agricultural landscapes. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v.270-271, p.93-102, 2019.
- HELIOVAARA, K.. **Insects and pollution**. Tallahassee: CRC press, 2018.
- HEPP, L. U.; SANTOS, S.. Benthic communities of streams related to different land uses in a hydrographic basin in southern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.157, p.305-318, 2009.
- HILSENHOFF, W. L.. Riffle beetles of Wisconsin (Coleoptera: Dryopidae, Elmidae, Lutrochidae, Psephenidae) with notes on distribution, habitat, and identification. **Great Lakes Entomol.**, v.25, p.191-213, 1992.
- HUGHES, A. O.; TANNER, C. C.; MCKERGOW, L. A.; SUKIAS, J. P. S.. Unrestricted dairy cattle grazing of a pastoral headwater wetland and its effect on water quality. **Agric. Water Manag.**, v.72, p.165, 2016.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Rio Grande do Sul: Imigrante**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.
- ISMAEL, D.; VALENTI, W. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O.. Síntese. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O... **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX**, 4: Invertebrados de Água Doce. São Paulo: FAPESP, 1999. p.169-178.
- JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M.. Adaptation of BMW method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.10, n.2, p.125-35, 1998.
- KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S.. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal, p.157-173. In: NESSIMIAN, J.L.; CARVALHO, A. L.. **Ecologia de insetos aquáticos**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1998. p.309
- KÖNIG, R.; SUZIN, C. R. H.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U.. Qualidade das águas de riachos da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. **PanamJAS**, v.3, n.1, p.84-93, 2008.
- KÖPPEN, W.. **Climatologia**. Ciudad de México: Fondo de Cultura Econômica, 1931.
- LAINI, A.; VIAROLI, P.; BOLPAGNI, R.; CANCELLARIO, T.; RACCHETTI, E.; GUARESCHI, S.. Taxonomic and functional responses of benthic macroinvertebrate communities to hydrological and water quality variations in a heavily regulated river. **Water**, v.11, n.1478, 2019.
- LESZCZYŃSKA, J.; GRZYBKOWSKA, M.; GŁOWACKI, L.; DUKOWSKA, M.. Variables Influencing Chironomid Assemblages (Diptera: Chironomidae) in Lowland Rivers of Central Poland. **Environmental Entomology**, v.48, n.4, p.988-997, 2019.
- LI, X.; LIU, C.; CHEN, Y.; HUANG, H.; REN, T.. Antibiotic residues in liquid manure from swine feedlot and their effects on nearby groundwater in regions of North China. **Environ. Sci. Pollut. Res. Int.**, n.25, p.11565-11575, 2018.
- LIAO, H.; SARVER, E.; KROMETIS, L. A. H.. Interactive effects of water quality, physical habitat, and watershed anthropogenic activities on stream ecosystem health. **Water**

Research, n.130, p.69-78, 2018.

LIGEIRO, R.; HUGHES, R. M.; KAUFMANN, P. R.; MACEDO, D. R.; FIRMIANO, K. R.; FERREIRA, W. R.; OLIVEIRA, D.; MELO, A. S.; CALLISTO, M.. Defining quantitative stream disturbance gradients and the additive role of habitat variation to explain macroinvertebrate taxa richness. **Ecol. Indic.**, n.25, p.45-57, 2013.

LOPES, M. J. N.; SILVA, M. S. R.; SAMPAIO, R. T. M.; BELLMONT, E. L. L.; SANTOS NETO, C. S.. Avaliação preliminar da qualidade da água de bacias hidrográficas de Manaus utilizando o método BMWP adaptado. **SaBios: Revista Saúde e Biologia**, v.3, n.2, p.1-9, 2008.

LOPRETTO, E. C.; TELL, G.. **Ecosistemas de águas continentais: Metodologias para su estudio**. La Plata: Ediciones Sur, 1995.

LOYOLA, R. G. N.. Atual estágio do IAP no uso de índices biológicos de qualidade. In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS BRASILEIROS: CONSERVAÇÃO, 5. **Anais**. Vitória: UFES, 2000. p.46-52.

MALLIN, M. A.; MCIVER, M. R.; ROBUCK, A. R.; DICKENS, A. K.. Industrial swine and poultry production causes chronic nutrient and fecal microbial stream pollution. **Water, Air, & Soil Pollution.**, n.226, p.407, 2015.

MANFRIN, J.; SCHWANTES, D.; GONÇALVES, A. C.; SCHILLER, P. A.; ZIMMERMANN, J.; VINICIUS, H. D.; OLIVEIRA, D. V. H.. Evaluation of benthic macroinvertebrates as indicators of metal pollution in Brazilian rivers. **International Journal of River Basin Management**, 2019.

MARKUS, E.. **Estrutura arbórea da mata ciliar como indicador ambiental em propriedades leiteiras com floresta estacional decidual**. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2014.

MERRIT, R. W.; CUMMINS, K. W.. **An introduction to the Aquatic Insects of North America**. Dubuque: Kendal/Hunth Publishing Company, 1984.

MESA, L. M.. Influence of riparian quality on macroinvertebrate assemblages in subtropical mountain streams. **Journal of Natural History**, v.48, p.1153-1167, 2014.

MOLINERI, C.; TEJERINA, E. G.; TORREJÓN, S. E.; PERO, E. J. I.; HANKEL, G. E.. Indicative value of different taxonomic levels of Chironomidae for assessing the water quality. **Ecol. Indic.**, v.108, 2020.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F.. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Technical Book, 2010.

MUSONGE, P. S. L.; BOETS, P.; LOCK, K.; AMBARITA, N. M. D.; FORIO, M. A. E.; VERSCHUREN, D.; GOETHALS, P. L.. Baseline assessment of benthic macroinvertebrate community structure and ecological water quality in Rwenzori rivers (Albertine rift valley, Uganda) using biotic-index tools. **Limnologia**, v.75, p.1-10, 2019.

MWAIJENGO, G. N.; VANSCHOENWINKEL, B.; DUBE, T.;

NJAUB, N. K.; BRENDONCK, L.. Seasonal variation in benthic macroinvertebrate assemblages and water quality in an Afrotropical river catchment, northeastern Tanzania. **Limnologia**, v.82, 2020.

NICACIO, G.; JUEN, L.. Chironomids as indicators in freshwater ecosystems: an assessment of the literature. **Insect Conservation and Diversity**, v.8, p.393-403, 2015.

NIH-UNIVATES. Núcleo de Informações Hidrometeorológicas. **Informações hidrometeorológicas**. Lajeado: Univates, 2012.

O'TOOLE, P.; ROBSON, B. J.; CHAMBERS, J. M.. Riparian vegetation condition is associated with invertebrate assemblage composition in intermittent and humic streams. **Aquatic Sciences**, v.79, p.277-289, 2016.

PERALTA, R. H. L.; MARTÍN, G. M. T.. Densidad larval de Chironomidae (Insecta: Díptera) en un meandro del río Bogotá (Cajica, Colombia) durante La Niña 2011. **Revista Facultad de Ciencias Básicas**, v.11, n.1, p.48-67, 2015.

PES, A. M. O.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. **Rev. Bras. de Entomologia**, v.49, n.2, p.181-204, 2005.

PESSI, D.; REMPEL, C.; HAETINGER, C.. Diagnóstico do uso da terra em Áreas de Preservação Permanente de pequenas propriedades rurais produtoras de leite no Vale do Taquari/RS - Brasil. **Revista Espacios**, Bogotá, v.38, n.22, p.1-10, 2017.

PRATHER, C. M.; PELINI, S. L.; LAWS, A.; RIVEST, E.; WOLTZ, M.; BLOCH, C. P.; TORO, I. D.; HO, C. K.; KOMINOSKI, J.; NEWBOLD, T. A. S.; PARSONS, S.; JOERN, A.. Invertebrates, ecosystem services and climate change. **Biol. Rev.**, n.88, p.327-348, 2013.

PRINCIPE, R. E.; RAFFAINI, G. B.; GUALDONI, C. M.; OBERTO, A. M.; CORIGLIANO, M. G.. Do hydraulic units define macroinvertebrate assemblages in mountain streams of central Argentina?. **Limnologia**, v.37, p.323-336, 2007.

REMPER, C.; ECKHARDT, R. R.; JASPER, A.; SCHULTZ, G.; HILGERT, I. H.; BARDEN, J. E.. Proposta metodológica de avaliação da sustentabilidade ambiental de propriedades produtoras de leite. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v.16, n.1, p.48-55, 2012.

RESH, V. H.; JACKSON, J. K.. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H.. **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. New York, 1993.

RIBEIRO, L. O.; UIEDA, V. S.. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, v.22, n.3, 2005.

RÍOS-TOUMA, B.; ENCALADA, A. C.; PRAT-FORNELLS, N.. Macroinvertebrate assemblages of an andean high-altitude tropical stream: the importance of season and flow. **Int. Rev. Hydrobiol.**, v.96, p.667-685, 2011.

ROLOFF, M. C.; REMPEL, C.; ECKHARDT, R. R.. Sustentabilidade ambiental de propriedades leiteiras do

município de Paverama - RS. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v.18, n.2, p.60-68, 2014.

SALLES, F. F.. **A Ordem Ephemeroptera no Brasil (Insecta): taxonomia e diversidade**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SANTOS, D. A.; MOLINERI, C.; REYNAGA, M. C.; BASUALDO, C.. Which index is the best to assess stream health? **Ecol. Indic.**, v.11, n.2, p.582-589, 2011.

SCANES, C. G.. Chapter 18: impact of agricultural animals on the environment. **Anim. Hum. Soc.**, p.427-449, 2018.

SEGURA, M. O.; FONSECA-GEISSNER, A. A.; SPIES, M. R.; SIEGLOCH, A. E.. Water beetles in mountainous regions in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.72, n.2, p.311-321, 2012.

SERRA, S. R. Q.; GRAÇA, M.; DOLÉDEC, S.; FEIO, M. J.. Chironomidae traits and life history strategies as indicator of anthropogenic disturbance. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.189, n.326, 2017.

SIEGLOCH, A. E.; SCHMITT, R.; SPIES, M. R.; PETRUCIO, M.; HERNÁNDEZ, M. I. M.. Effects of small changes in riparian forest complexity on aquatic insect bioindicators in Brazilian subtropical streams. **Marine & Freshwater Research**, v.68, p.519-527, 2016.

SILVA, E. R.. Estratégias de adaptação das espécies de Ephemeroptera às condições ambientais da restinga de Maricá, Estado do Rio de Janeiro. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L.. **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Séries Oecologia Brasiliensis. 5 ed. 1998. p.29-40.

SILVA, N. T. C.. **Macroinvertebrados bentônicos em áreas com diferentes graus de preservação ambiental na bacia do Ribeirão Mestres d' Armas**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Brasília, 2007.

SMITH, A. J.; BALDIGO, B. P.; DUFFY, B. T.; GEORGE, S. D.; DRESSERET, B.. Resilience of benthic macroinvertebrates to extreme floods in a Catskill Mountain river, New York, USA: implications for water quality monitoring and assessment **Ecol. Indic.**, v.104, p.107-115, 2019.

STEWART, E. M.; MCIVER, R. M.; MICHELUTTI, N.; DOUGLAS, M. S. V.; SMOL, J. P.. Assessing the efficacy of chironomid and diatom assemblages in tracking eutrophication in High Arctic sewage ponds. **Hydrobiologia**, v.721, n.1, p.251-268, 2014.

STROHSCHOEN, A. A. G.; PÉRICO, E.; LIMA, D. F. B.; REMPEL, C.. Estudo preliminar da qualidade da água dos rios Forqueta

e Forquetinha, Rio grande do sul. **Revista Brasileira de Biociências**, v.7, n.4, p.372-375, 2009.

STROHSCHOEN, A. A. G.; WÜRDIG, N. L.. Identificando as escalas de variabilidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na Bacia do Rio Forqueta, RS. **Caderno de Pesquisa**, v.27, n.1, 2015.

SU, P.; WANG, X.; LIN, Q.; PENG, J.; SONG, J.; FU, J.; QI, L.. Variability in macroinvertebrate community structure and its response to ecological factors of the Weihe River Basin, China. **Ecol. Eng.**, v.140, 2019.

TONIOLO, V.; MATTIELLO, I.; CAETANO, J. A.; WOSIACK, A. C.. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de impacto na qualidade de água do Rio Sagrado (Bacia Litorânea, PR), causada pelo rompimento do Poliduto OLAPA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 8. **Anais**. João Pessoa, 2001. p.248.

TRIVINHO-STRIXINO, S.. Chironomidae (Insecta, Diptera, Nematocera) do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, n.11, p.675-684, 2011.

UIEDA, V. S.; GAJARDO, I. C. S. M.. Macroinvertebrados perifíticos encontrados em Poções e Corredeiras de um Riacho. **Naturalia**, v.21, p.31-47, 1996.

WYMAN, S.; BAILEY, D.; BORMAN, M.; COTE, S.; EISNER, J.; ELMORE, W.; LEINARD, B.; LEONARD, S.; REED, F.; SWANSON, S.; VAN RIPER, L.; WESTFALL, T.; WILEY, R.; WINWARD, A.. Riparian area management: Grazing management processes and strategies for riparianwetland areas. **Technical Reference**, n.1737-20, 2006.

YOSHIDA, C. E.; ROLLA, A. P. P.. Ecological attributes of benthic community and indices of water quality in urban, rural and preserved environments. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v.24, n.3, p.235-243, 2012.

ZEQUI, J. A. C.; ESPINOZA, A. A.; PACCOLA, J. A.; LOPES, J.. Aquatic insect communities in small stream in the south of Brazil. **Environ Monit Assess.**, v.191, n.408, 2019.

ZERWES, C. M.. **Estrato arbóreo de fragmentos de floresta estacional decidual submontana em propriedades produtoras de leite: uso de dados fitossociológicos para diagnóstico de sustentabilidade**. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2015.

ZHAO, A.; ZHU, X.; LIU, X.; PANB, Y.; ZUO, D.. Impacts of land use change and climate variability on green and blue water resources in the Weihe River Basin of northwest China. **Catena**, n.137, p.318-327, 2016.