



ABRHidro

Associação Brasileira de Recursos Hídricos



CONTRIBUIÇÕES ANTRÓPICAS NA QUALIDADE DA ÁGUA: OS ARROIOS LUIZ RAU E PAMPA, NOVO HAMBURGO/RS CÓD. 10999

Leonardo Espíndola Birlem

Me Roberta Plangg Riegel

Dra Daniela M. M. Osório

Dr Carlos Nascimento

Dra Daniela Muller de Quevedo

Universidade Feevale

danielamq@feevale.br



OBJETIVO

Avaliar a influência de aspectos demográficos nas alterações em parâmetros de qualidade da água por áreas de contribuição, utilizando métodos quantitativos vinculados às técnicas de geoprocessamento.



METODOLOGIA

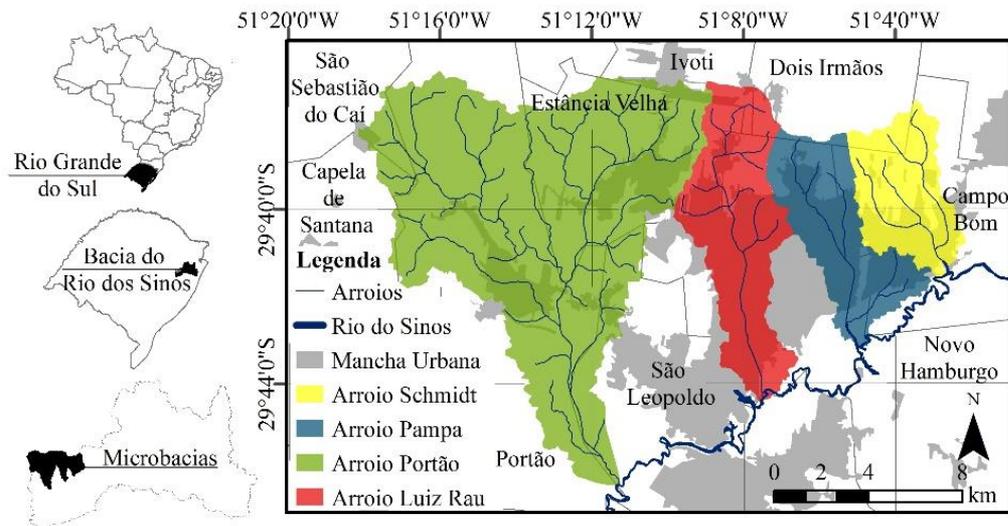


Figura 1 – Localização das micro bacias delimitadas

- A micro bacia do Arroio Luiz Rau (MLR) está localizada a 29°40' Latitude Sul e 51°08' Longitude Oeste, abrangendo uma área de 38,47 km² entre os municípios de Novo Hamburgo, Dois Irmãos e São Leopoldo no Rio Grande do Sul- Brasil;
- A micro bacia do Arroio Pampa (MAP) está localizada a 29°39' Latitude Sul e 51°06' Longitude Oeste. Possui uma área territorial de 27,9 km², inserida no limite de três municípios: Novo Hamburgo, Campo Bom e Dois Irmãos.

METODOLOGIA

- A delimitação das micro bacias foi realizada conforme o método automático proposto por Alves Sobrinho et al. (2010);
- Utilizado o software ArcGis e o modelo digital do terreno para os procedimentos:
 - Preenchimento de depressões;
 - Direção de fluxo;
 - Fluxo acumulado;
 - Delimitação da bacia.
- Esse processo foi realizado para cada ponto de coleta afim de identificar cada área de contribuição.
- Mapa de densidade demográfica: Dados censitários 2010 (IBGE);

METODOLOGIA

Quatro Pontos de Análise ao longo de ambos os Arroios;

Análises físico-químicas e microbiológicas:

- Coliformes totais (CT);
- Coliformes termotolerantes (CTT);
- Cloretos;
- Cor;
- Demanda Química de Oxigênio (DQO);
- Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK);
- Oxigênio Dissolvido (OD);
- pH;

Conforme Standard methods for the examination of water and wastewater, 22^a ed. (APHA, 2012)

METODOLOGIA

Análises estatísticas:

- Estatística descritiva (média, mediana e desvio padrão);
- Teste Kolmogorov-Smirnov - Não há distribuição normal;
- Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis;
- Análise de correlação de Spearman para a relação DD x parâmetros de qualidade da água;
- Softwares BioEstat 5.3 e IBM Statistics SPSS v 24.

PRINCIPAIS RESULTADOS

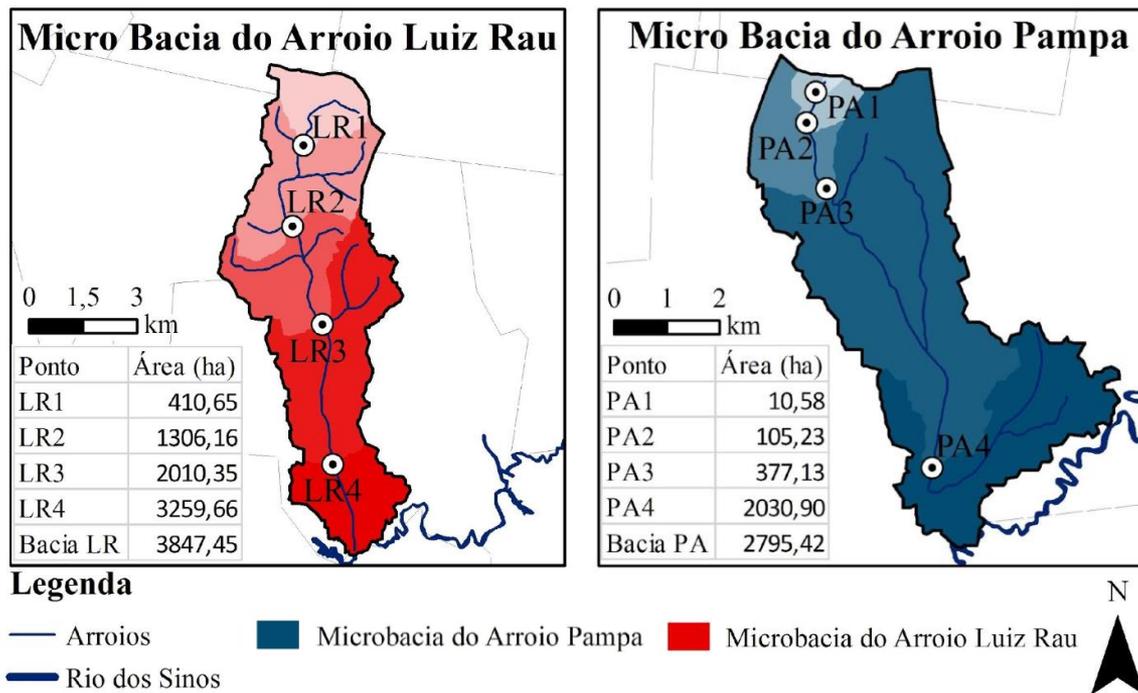


Figura 2 - Caracterização de Áreas de Contribuição e Distribuições de Pontos

PRINCIPAIS RESULTADOS

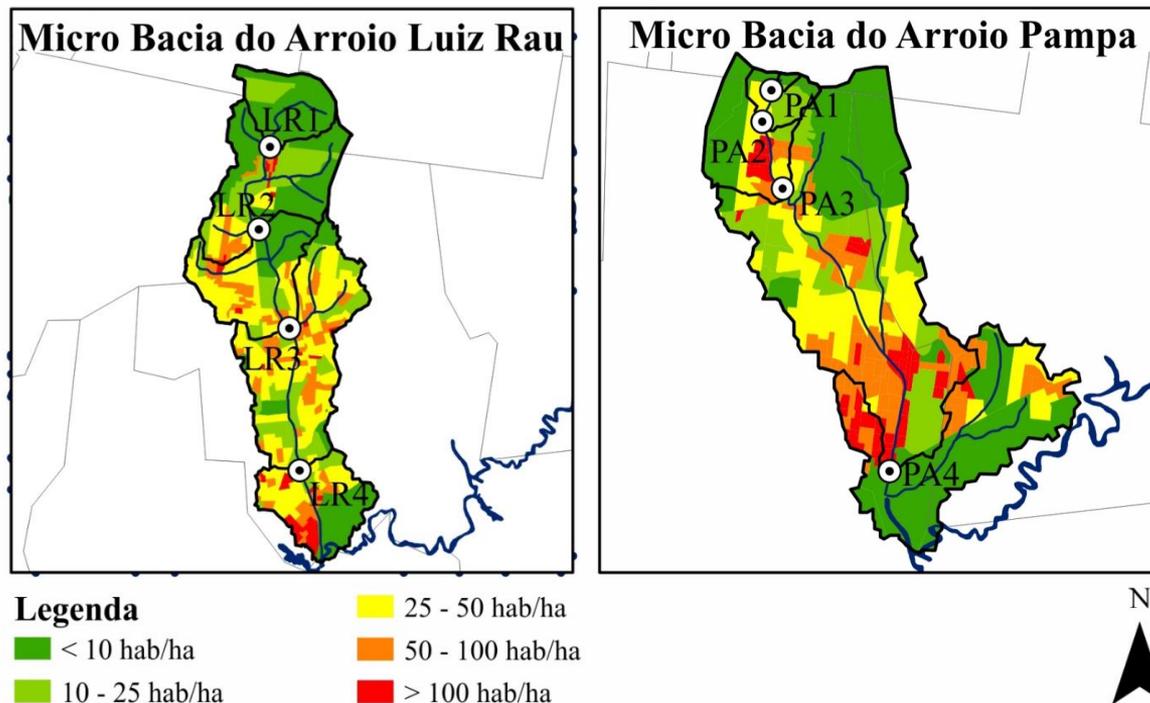


Figura 3 - Caracterização da Densidade Demográfica (DD) referentes aos pontos de coleta

PRINCIPAIS RESULTADOS

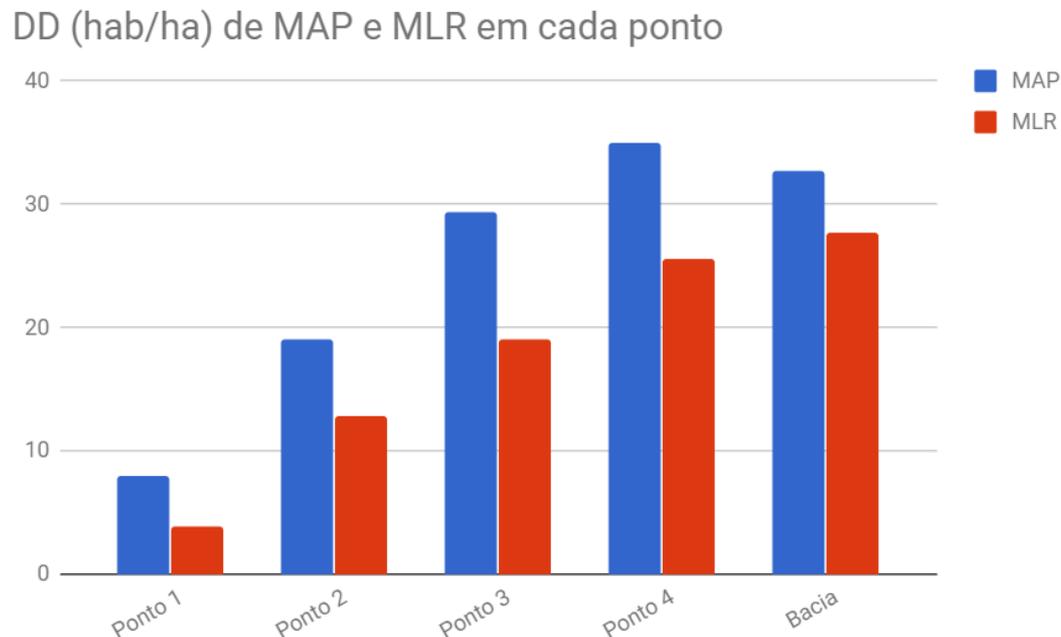


Gráfico 1 - Densidade demográfica nas Áreas de Contribuição MAP e MLR

PRINCIPAIS RESULTADOS

Ponto de coleta	Estatística	CT NMP 100mL ⁻¹	CTT NMP 100mL ⁻¹	Cloretos mg L ⁻¹	Cor uH	DQO mg O ₂ L ⁻¹	NTK mg L ⁻¹	OD mg O ₂ L ⁻¹	pH
Ponto 1 (n=5)	Mediana	3200 ^a	0.0 ^a	3.6 ^a	30.0 ^a	6.0 ^a	1.3 ^a	5.8 ^a	6.79 ^a
	Média	4708	48.8	3.9	34.8	6.5	1.3	6.0	6.68
	DP	5940	86.6	1.7	27.3	4.8	0.5	1.9	0.31
Ponto 2 (n=5)	Mediana	30000 ^a	2000 ^{ab}	6.1 ^{ab}	79.0 ^a	12.7 ^a	1.6 ^{ab}	6.2 ^a	6.84 ^{ab}
	Média	222008	58404	8.3	81.8	14.9	4.0	5.1	7.01
	DP	334313	79134	4.1	67.0	10.0	5.3	2.0	0.37
Ponto 3 (n=5)	Mediana	2400000 ^{ab}	1200000 ^b	20.8 ^{bc}	78.0 ^a	41.4 ^{bc}	11.2 ^{bc}	4.1 ^{ab}	7.34 ^b
	Média	2474420	1062011	23.7	92.2	51.6	17.5	3.7	7.27
	DP	2341855	961088	9.0	45.3	20.7	11.0	1.8	0.27
Ponto 4 (n=5)	Mediana	3400000 ^b	930000 ^b	26.8 ^c	66.0 ^a	51.3 ^c	18.6 ^c	3.3 ^b	7.37 ^b
	Média	5920200	3412094	28.7	67.6	55.4	18.1	2.4	7.37
	DP	8008061	5940241	9.2	14.8	26.5	7.7	1.7	0.30

Medianas da mesma coluna seguidas por letras diferentes indicam diferenças significativas, pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido do post hoc de Student-Newman-Keuls, para $p < 0,05$.

Tabela 1 – Mediana, Média e Desvio Padrão (DP) das concentrações dos parâmetros monitorados ao longo do Arroio Pampa

Ponto de coleta	Estatística	CT NMP 100mL ⁻¹	CTT NMP 100mL ⁻¹ ₁	Cloretos mg L ⁻¹	Cor uH	DQO mg O ₂ L ⁻¹	NTK mg L ⁻¹	OD mg O ₂ L ⁻¹	pH
Ponto 1 (n=5)	Mediana	16000 ^a	3100 ^a	6,5 ^a	94,0 ^a	8,1 ^a	1,2 ^a	6,9 ^a	7,2 ^a
	Média	26540	4020	7,7	110,2	12,2	1,5	6,9	7,3
	DP	34396	4873	2,6	93,0	9,3	1,1	4,7	0,5
Ponto 2 (n=5)	Mediana	2300000 ^b	260000 ^b	13,3 ^a	76,0 ^a	32,3 ^b	5,2 ^b	1,4 ^b	7,1 ^a
	Média	3288000	396000	16,2	131,4	37,5	8,6	1,9	7,1
	DP	4424446	257060	9,2	111,7	21,3	6,6	2,0	0,2
Ponto 3 (n=5)	Mediana	2500000 ^b	510000 ^b	12,4 ^a	102,0 ^a	50,9 ^b	7,2 ^b	5,5 ^b	7,1 ^a
	Média	3082000	476000	17,7	134,6	41,9	9,1	3,7	7,2
	DP	2971720	264159	11,5	89,3	18,0	6,1	2,7	0,2
Ponto 4 (n=5)	Mediana	2400000 ^b	440000 ^b	25,7 ^a	100,0 ^a	56,9 ^b	17,1 ^b	5,8 ^{ab}	7,2 ^a
	Média	2474000	920000	26,2	130,4	57,3	13,7	4,2	7,2
	DP	1375638	911263	16,4	85,3	32,4	8,8	2,4	0,1

Medianas da mesma coluna seguidas por letras diferentes indicam diferenças significativas, pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido do post hoc de Student-Newman-Keuls, para $p < 0,05$.

Tabela 2 – Mediana, Média e Desvio Padrão (DP) das concentrações dos parâmetros monitorados ao longo do Arroio Luiz Rau

PRINCIPAIS RESULTADOS

Tabela 4 – Correlações entre DD e os parâmetros estudados para a MAP

Variável	CT	CTT	Cloretos	Cor	DQO	NTK	OD	pH
DD (hab/ha)	0,762**	0,751**	0,900**	0,403	0,842**	0,745**	-0,675**	0,687**

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

Tabela 5 – Correlações entre DD e os parâmetros estudados para a MLR

Variável	CT	CTT	Cloretos	Cor	DQO	NTK	OD	pH
DD (hab/ha)	0.640**	0.691**	0.547*	0.198	0.656**	0.683**	-0.219	0.035

** A correlação é significativa no nível 1% (bilateral).

PRINCIPAIS RESULTADOS

Tabela 4 – Correlações entre DD e os parâmetros estudados para a MAP

Variável	CT	CTT	Cloretos	Cor	DQO	NTK	OD	pH
DD (hab/ha)	0,762**	0,751**	0,900**	0,403	0,842**	0,745**	-0,675**	0,687**

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

Tabela 5 – Correlações entre DD e os parâmetros estudados para a MLR

Variável	CT	CTT	Cloretos	Cor	DQO	NTK	OD	pH
DD (hab/ha)	0.640**	0.691**	0.547*	0.198	0.656**	0.683**	-0.219	0.035

** A correlação é significativa no nível 1% (bilateral).

PRINCIPAIS RESULTADOS

- Densidades >100 hab/ha associado a áreas irregulares e de baixo poder aquisitivo ou ainda em áreas centrais;
- Crescimento populacional à jusante dos Arroios, conforme a proximidade com o Rio dos Sinos;
- MAP apresentou que existem correlações significativas entre os parâmetros estudados e a DD, com exceção do parâmetro Cor;
- MLR apresentou correlações significativas entre os parâmetros estudadas e a DD, com exceção da Cor, OD e pH;
- Resultados sugerem a aplicação da metodologia para áreas deficientes no tratamento de esgoto;

PRINCIPAIS CONCLUSÕES

- Para a MAP e MLR, há uma crescente populacional a jusante dos arroios, o que está relacionado também, à proximidade do Rio dos Sinos (quanto mais próximo ao Rio dos Sinos está o ponto, maior a Densidade Demográfica). O que explica a maior carga, principalmente orgânica à jusante, já que existe um acúmulo de descarga de poluentes orgânicos oriundos de ações antrópicas ao longo do percurso que, por sua vez, é bastante urbanizado em ambos os arroios.
- Os resultados do teste de correlação de Spearman demonstraram que existem correlações significativas entre os parâmetros estudados e a DD, com exceção do parâmetro cor para a MAP e com exceção de cor, OD e pH para MLR;
- Esta mesma metodologia pode ser estendida para outros parâmetros associados à contaminação dos recursos hídricos, como usos e ocupações do solo, áreas industriais, áreas destinadas à agricultura, entre outras. A análise também se mostrou eficiente na identificação de pontos de transição, o que demonstra em que ponto a DD é impactante na qualidade do recurso hídrico.
- Pretende-se portanto analisar micro bacias com características opostas à esta linearidade, a fim de verificar a funcionalidade da metodologia em cenários mais diversos.



ABRHidro

Associação Brasileira de Recursos Hídricos



Obrigado!

