

## INDICE pH DAS ÁGUAS DE CHUVA EM ÁREA URBANA EDIFICADA

LUCAS LOURENÇO CASTIGLIONI GUIDONI<sup>1</sup>; FERNANDO DA SILVA MOREIRA<sup>2</sup>; JOSE LUIS MARIA<sup>3</sup>; TIRZAH MOREIRA SIQUEIRA<sup>4</sup>; MAURIZIO QUADROS<sup>6</sup>; ERICO KUNDE CORRÊA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas/PPGCamb – lucaslcg@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas/PPGCamb – anurofauna@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas/PPGCamb - jose.maria@ibama.gov.br

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas/CEng – tizahmelo@hotmail.com.br

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas/CEng – mausq@hotmail.com

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas/CEng – ericokundecorrea@yahoo.com.br

### 1. INTRODUÇÃO

A água da chuva é naturalmente ácida devido a reação com dióxido de carbônico presente na atmosfera, que chega a reduzir o pH para entorno de 5.7, o que pode dificilmente pode ser acentuada eventualmente por outros componentes produzido por relâmpagos, incêndios florestais e vulcões (SPIRO & STIGLIANI, 2009). As concentrações dos ácidos dissolvidos na água da chuva pode ser elevada pela ação antrópica, como em áreas industriais, queima de biomassa, e outras fontes de nitrogênio e dióxido de enxofre, que podem causar efeitos no pH também em outras cidades e países distantes das fontes de poluição, devido a mecanismos de dispersão e transporte de poluentes (BRAGA et al., 2002).

Segundo FEDOROVA et al. (2007), as chuvas na região de Pelotas podem ser intensas e causar prejuízos a economia e a sociedade, muitas vezes pelas questões de drenagem, enchentes e alagamentos. Em relação as características físico-químicas o pH da água das chuvas também pode causar danos a patrimônios histórico culturais, propriedades, qualidade do solo, etc.

O objetivo desse trabalho foi a avaliação do pH das chuvas em região urbanizada, identificar variações no parâmetro e interferência decorrente de área edificada.

### 2. METODOLOGIA

A coleta de água de chuva foi realizada em sete locais diferentes da região urbana do município Pelotas, RS, com pluviômetros de plástico rígido de 120 mL, utilizados também para medir a quantidade de precipitação (P) em mm. A localização dos pontos foi apresentada no mapa na Figura 1 (QGIS, 2016).

As amostras foram coletas em tubos Falcom e mantidas resfriadas até a determinação em laboratório dos parâmetros pH, através pHmetro, e condutividade elétrica (CE), por condutivímetro, previamente calibrados com soluções padronizadas.

Os dados de pH de cada ponto foram submetidos a classificação conforme faixa de pH e distribuição de frequência.

Os pontos foram agrupados conforme o fator uso do solo (IBGE), caracterizado de raio de 1 km a partir do pluviômetro, em que locais com mais de 85% de área urbanizada foram considerados do grupo Área Edificada (AE) e os locais com menos de 30% de área urbanizada foram considerados Área Pouco Edificada (APE). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-

Wilk. Em caso de distribuição normal foi realizado análise de variância pelo teste F em relação ao fator “edificação”. Quando confirmado a hipótese nula, prosseguiu-se para o teste de média pelo teste T, com 5% de significância (R, 2017).

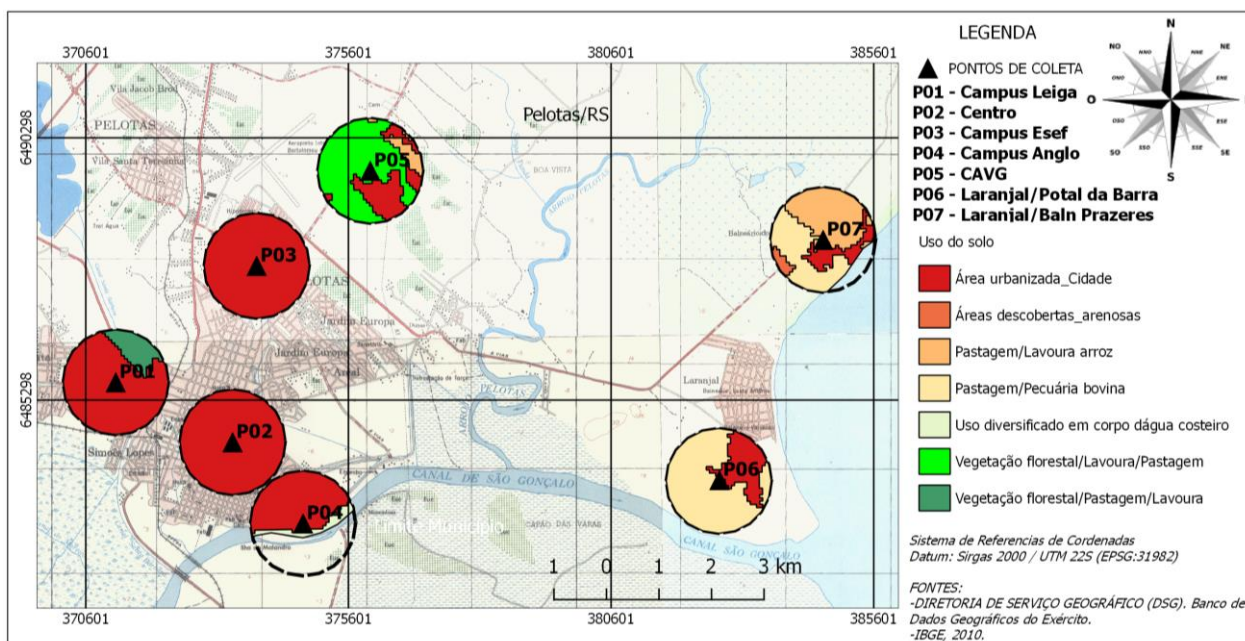


Figura 1 – Locais de coleta de água de chuva do estudo em Pelotas/RS.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 foi apresentado a frequência percentual de cada ponto do estudo e a área correspondente a edificações no raio de 1 km. Em todos os locais observa-se maior frequência em torno do pH esperado para água da chuva, categorizado no estudo como “pH normal”, entre 5,6 e 7 (CUNHA et al., 2009). Para pH ácido atingiu-se percentual próximo a 30 % nos pontos com áreas urbanizada inferiores.

Tabela 1 – Distribuição das frequências em categorias de pH e percentual de área urbanizada dos locais amostrados.

Local	Frequência Relativa (%)			Área Urbanizada(%)
	pH Ácido	pH Normal	pH Básico	
Campus Leiga	23.8	61.9	14.3	85.1
Centro	16.0	52.0	32.0	100.0
Campus Esef	10.5	78.9	10.5	100.0
Campus Anglo	33.3	47.6	19.0	51.5
CAVG	32.0	56.0	12.0	25.4
Laranjal/Pontal da Barra	30.4	52.2	17.4	13.8
Laranjal/Baln. Prazeres	29.2	66.7	4.2	24.2

Legenda: Ácido: pH < 5.6; Normal: 5.6 ≤ pH ≤ 7.0; Básico: pH ≥ 7.1.

Na Tabela 2 foram apresentados direção predominante dos ventos nas datas de coleta, comparação das médias pH para AE e APE, e valores médios de P e CE. Não houve diferença significativa para os valores de pH entre os grupos analisados ( $p > 0.05$ ).

Tabela 2 – Direção do vento nos eventos registrados, índice pH, precipitação (P) e condutividade elétrica (CE) para os grupos de pontos em AE e APE.

Data	Vento*	pH			P (mm)		CE (us/cm)	
		AE	APE	CV(%)	AE	APE	AE	APE
21/05/2017	W	6.55 <sup>a</sup>	6.43 <sup>a</sup>	16.12	46.0	44.0	53.5	30.3
25/05/2017	NW	5.23 <sup>ns</sup>	4.89	16.23	47.7	33.3	67.4	73.7
26/05/2017	NNW	5.38 <sup>ns</sup>	5.51	5.82	66.3	71.0	80.2	80.2
29/05/2017	SE	6.43 <sup>ns</sup>	5.44	11.07	2.5	6.8	45.9	94.3
01/06/2017	SW	5.47 <sup>ns</sup>	6.37	14.25	13.2	9.4	81.7	28.2
08/06/2017	ESE	6.67 <sup>ns</sup>	6.55	9.46	37.7	39.2	31.3	42.7
19/06/2017	NW	6.73 <sup>ns</sup>	7.08	6.70	7.0	4.9	25.4	17.3
29/06/2017	NNW	6.43 <sup>ns</sup>	6.06	4.48	10.0	11.8	49.2	57.0
30/06/2017	ENE	6.93 <sup>ns</sup>	6.09	15.10	33.8	26.0	37.0	59.6
11/07/2017	NNW	6.03 <sup>ns</sup>	6.35	7.04	24.3	8.5	41.5	50.8
17/07/2017	WSW	5.72 <sup>ns</sup>	5.95	12.67	11.3	9.3	69.2	41.2
02/08/2017	NW	6.29 <sup>a</sup>	5.39 <sup>a</sup>	26.38	10.0	13.3	23.7	135.3
03/08/2017	SE	6.08 <sup>ns</sup>	6.11	15.60	30.3	27.0	56.1	74.6
08/08/2017	NW	6.37 <sup>ns</sup>	7.03	8.52	9.7	9.3	47.4	13.5
11/08/2017	NNW	5.61 <sup>ns</sup>	5.68	3.13	14.3	12.3	80.0	63.6
12/08/2017	W	6.28 <sup>ns</sup>	6.11	16.65	47.7	42.5	78.9	75.4
13/08/2017	NE	6.29 <sup>ns</sup>	5.58	8.66	39.2	35.0	39.9	86.7
14/08/2017	NNE	7.19 <sup>ns</sup>	5.48	16.34	50.2	56.7	29.8	93.3
20/08/2017	NNE	7.05 <sup>ns</sup>	5.65	15.31	27.8	10.0	32.4	67.5
05/08/2017	NW	6.09 <sup>a</sup>	5.74 <sup>a</sup>	4.16	18.9	21.7	60.5	58.9
07/09/2017	ENE	5.64 <sup>ns</sup>	5.88	10.41	18.4	3.3	79.4	63.2
13/09/2017	SE	5.45 <sup>ns</sup>	4.68	10.48	17.7	40.0	85.4	136.1
14/09/2017	ESE	6.61 <sup>ns</sup>	5.59	12.48	14.5	40.8	38.7	84.2
15/09/2017	SSW	7.07 <sup>ns</sup>	6.59	6.94	13.6	5.2	3.6	40.1
17/09/2017	SE	7.59 <sup>a</sup>	6.55 <sup>a</sup>	9.11	13.6	20.8	16.3	38.8

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). ns = não houve diferença significativa pelo teste F ( $p < 0.05$ ); a = letras minúsculas iguais na mesma linha não houve diferença pelo teste T ( $p < 0.05$ ); CV (%) = Coeficiente de variação percentual para pH. AE = Área edificada; AEP = Área pouco edificada.

Os ventos predominantes de Pelotas no inverno são dos quadrantes nordeste e sudeste, sendo o primeiro de grande influência na formação de precipitação a partir do vapor d'água oriundo da evaporação do oceano, enquanto os do terceiro quadrante as massas de ar frio e seco de latitudes mais altas (GRUPELLI et al., 2003). Os chuvas no período estudado apresentaram maior incidência com ventos no quadrante noroeste ( $n=9$ ), porém, valores de pH abaixo de 5,6 e superior a 7 foram registrados em todos os quadrantes. Os valores básicos foram notados em quatro eventos para AE e dois para APE, sendo recorrentes em P inferiores a 30 mm e CE abaixo de 30  $\mu\text{s/cm}$ .

Os valores ácidos ocorrem o dobro de vezes em APE do que no grupo AE, sendo predominantes em P superior a 35 mm e CE acima de 80  $\mu\text{s/cm}$ . Desses eventos, a maioria teve registro de ventos do segundo e quarto quadrantes, e apenas um foi registrado no domingo, o que pode levar a atribuir a acidificação aos dias de semana, quando é mais intenso as atividades industriais e o trânsito de veículos nas cidades e rodovias da região.

#### 4. CONCLUSÕES

A avaliação do pH das chuvas foi realizado durante 5 meses, sendo necessário sua continuidade para ampliar o espaço amostral e obtenção de valores que representam melhor a realidade. Em relação as chuvas amostradas, foram identificados até 1/3 de pH que caracterizam a água de chuva como ácida.

Não foi identificado diferença entre as médias dos pontos em área edificada para área pouco edificada. O indicativo de pH ligeiramente mais ácido em áreas afastadas do centros urbanos devem ser investigados em estudos futuros.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 304p.

CUNHA, G. R.; SANTI, A.; DALMAGO, G. A.; PIRES, J. L. F.; PASINATO, A. Dinâmica do pH da água das chuvas em Passo Fundo. RS. **Pesq. agropec. bras.**. Brasília . v. 44. n. 4. p. 339-346. abr. 2009 .

FEDOROVA N, LEVIT V, de CARVALHO MH (2007) Eventos de precipitação em Pelotas-RS associados aos processos e sistemas sinópticos. **Braz J Meteorol** 22: 134-160

GRUPELLI, J.L.; ARAÚJO, N.; CHAPA, S.R. Interrelação entre precipitação e parâmetros meteorológicos para Pelotas- RS. 2003. In: **XII Congresso de Iniciação Científica e V Encontro de Pós-Graduação**, Pelotas-RS

MARQUES. R.; ZAMPARONI. C. A. G. P.; CASTRO E SILVA. E.; BARBOSA. A. M.; ARRUDA. D.; EVANGELISTA. S.; MAGALHÃES. A. Ensaio preliminares para o monitoramento da acidez da chuva em Cuiabá. MT. **Caminhos de Geografia**. v. 21. n. 17. p. 225-236. 2006

**QGIS Development Team**. Version 2.18.4. 2016. <http://www.qgis.org/>.

R: a language and Environment for Statistical Computing. Version 3.4.2. 2017. R Development Core Team. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna. Austria. <http://www.r-project.org/>

SPIRO, T., G.; STIGLIANI, W., M. **Química Ambiental**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 334 p.